



REDSTAR GNSS

Интерфейсная программа обработки ГНСС измерений

Руководство пользователя

Версия: 1.0

Составители: Косарев Н.С., Шевчук С.О.

Дата: 10.08.2024

ООО «Землемер»

Новосибирск, 2024

Содержание

1 Общие сведения о ПО РедСтар ГНСС	4
2 Общие понятия из теории обработки ГНСС-измерений применительно к ПО	7
2.1 Общие сведения о ГНСС-измерениях	7
2.2 Системы координат и высот в ГНСС	10
2.2.1 Системы координат, применяемые в ГНСС	10
2.2.2 Системы высот, применяемые в ГНСС	14
2.2.3 Системы времени, применяемые в ГНСС	16
2.2.4 Порядок пересчета координат	17
2.3 Методы постобработки ГНСС-измерений	18
2.3.1 Классификация методов ГНСС-измерений	18
2.3.2 Абсолютный метод измерений ГНСС	19
2.3.3 Дифференциальный метод измерений ГНСС	20
2.3.4 Относительный метод измерений ГНСС	22
2.3.5 Метод Precise Point Positioning	23
2.3.6 Точность методов ГНСС-измерений	24
3 Описание интерфейса в ПО RedStar GNSS	25
3.1 Структурные элементы программы RedStar GNSS	25
3.2 Взаимодействие с рабочим окном программы	26
3.3 Окно иерархии	32
3.4 Окно действий	33
4 Описание представления данных в ПО RedStar GNSS	36
4.1 Иерархия измерений в ПО РедСтар ГНСС	36
4.2 Виды решений в ПО РедСтар ГНСС	38
4.3 Поддерживаемые системы координат	40
4.4 Поддерживаемые системы высот (модели геоидов)	41
4.5 Поддерживаемые форматы данных ГНСС	43
4.6 Поддерживаемые форматы прочих данных	44
5 Выполнение действий в ПО RedStar GNSS	45
5.1 Создание проекта	45
5.2 Загрузка существующего проекта	50
5.3 Импорт ГНСС-измерений	52
5.4 Импорт данных для PPP	52
5.5 Импорт координат БС	54

5.6 Настройка сеанса измерений	56
5.7 Настройка точки.....	62
5.8 Настройка вектора/группы векторов	64
5.9 Запуск обработки ГНСС-измерений	66
5.9.1 Обработка ГНСС-измерений абсолютным методом	66
5.9.2 Обработка ГНСС-векторов	70
5.9.3 Обработка ГНСС-измерений методом PPP.....	74
5.10 Уравнивание	76
5.11 Вывод отчетов и экспорт данных.....	79
5.11.1 Отчеты по проекту	79
5.11.2 Экспорт данных проекта.....	82
5.12 Загрузка и сохранение подложек с сервиса Google Maps и геопривязанных растровых подложек	84
5.12.1 Автоматическая загрузка подложек с сервиса Google Maps	84
5.12.2 Геопривязка растра	85
5.13 Инструмент «Линейка»	91
5.14 Настройка вывода карты	92
6 Рекомендации по стратегии обработки	96

1 Общие сведения о ПО РедСтар ГНСС

Программа RedStar GNSS предназначена для постобработки измерений приемников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, BEIDOU различными методами и уравнивания геодезических сетей на их основе.

Версия 1.0 поддерживает обработку измерений в статическом режиме. Обработка в режимах кинематики и «Стою-Иду» будет добавлена в дальнейших модификациях программы.

Для запуска программы необходима ЭВМ, чья конфигурация превышает или соответствует минимальным системным требованиям, указанным в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Системные требования

Операционная система	Windows 7, 8.x, 10, 11
Тактовая частота ЦП	1.5 ГГц
Оперативная память	512 Мб
Видеокарта	Совместимая с DirectX, с поддержкой аппаратного 3D-ускорения
Свободное пространство на жестком диске	Не менее 500 Мб для работы программы, а также необходимое пространство для хранения и редактирования ГНСС-измерений
Дополнительные предустановленные программы	Средства чтения файлов в формате *.pdf для чтения электронной версии настоящего Руководства

Корректная работа программы на ЭВМ с характеристиками ниже приведенных не гарантируется.

Программа зарегистрирована в РФ (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023687692). Правообладатель: ООО «Землемер» (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1

Используемые сторонние технологии:

- Обработка ГНСС измерений базируется на встроенном процессоре RTKLib (T. Tokasu).
- Часть функций базируется на ПО RouteEditor (С. О. Шевчук).

- Вывод графики DirectX/OpenGL реализован библиотеками Asphyre Sphinx 4 (Yu. Kotsarenko).
- Иконки оформления частично взяты из открытой библиотеки FamFamFam silk icons.
- Для конвертации формата Hatanaka RINEX (*.crx) используется утилита CRXRNX от организации UNAVCO.
- Для работы с архивами GZ используется открытая библиотека zLibEx (fork by B. Sherwood).

Команда разработчиков благодарит Вас за использование нашей программы. Наша миссия – сделать обработку ГНСС-измерений простой, наглядной и интуитивно понятной.

2 Общие понятия из теории обработки ГНСС-измерений применительно к ПО

2.1 Общие сведения о ГНСС-измерениях

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) – системы, предназначенные для определения местоположения и скорости движения, а также точного времени посредством приема сигналов искусственных спутников Земли. ГНСС применимы в любой точке Земли (за исключением полярных областей, в силу наклона орбитальных плоскостей спутников), не зависимы от времени суток и устойчивы к сложным погодным условиям.

В соответствие с классической концепцией, ГНСС состоит из трех основных сегментов – космического, пользовательского и сегмента управления и контроля (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1

Космический сегмент включает в себя систему спутников, передающих радиочастотные сигналы определенной структуры.

Сегмент управления и контроля представляет собой систему наземных станций, занимающихся поддержанием системного времени, прогнозированием эфемерид и поправок часов спутников, обновлением навигационных сообщений.

Пользовательский сегмент включает в себя спутниковые приемники, оборудование и вычислительная техника, которая производит определение положений, скоростей и времени. К этому сегменту также добавляют сети базовых станций и сервисы, предоставляющие поправки (в некоторых классификациях выделяют в отдельный сегмент).

Спутники системы ГНСС транслируют сигналы, позволяющие потребителю проводить измерения в реальном времени. Сигналы любого спутника обслуживают неограниченное количество пользователей. Определение пространственных координат спутниковыми навигационными системами основано на одновременно измеренных расстояниях до нескольких спутников, координаты которых известны в принятой координатной системе отсчета.

На сегодняшний момент существует, по крайней мере, четыре системы глобального позиционирования – американская система GPS, российская система ГЛОНАСС, европейская система Galileo (находится на стадии развертывания), китайская система Beidou

Кроме того имеют место дифференциальные дополнения спутникового базирования SBAS (например: WAAS, EGNOS, СДКМ) и региональные спутниковые системы – РНСС (японская QZSS, индийские IRNSS и NAViC и пр.). В контексте ГНСС эти системы применяются как дополняющие.

Приемники ГНСС измеряют расстояния (псевдодальности) до видимых спутников и дешифрируют навигационные сообщения, используя эти данные для определения своих координат и точного времени.

Гражданская аппаратура пользователя ГНСС в настоящее время широко представлена на рынке и может быть классифицирована исходя из различных критериев. Самая распространенная классификация – по классу точности – неразрывно связана с используемым принципом измерений дальностей до спутников:

- навигационные (кодовые) приемники – ГНСС-аппаратура, принцип измерений которой основан на использовании информации, содержащейся в коде, передаваемом спутниками на частоте L1;

- геодезические (фазовые) ГНСС-приемники выполняют измерения посредством анализа фазы несущей спутниковых сигналов на одной (L1) или двух (L1+L2) частотах.

Навигационные (кодовые) приемники имеют невысокую точность (СКП на уровне первых метров), однако такая аппаратура имеет относительно низкую стоимость. Такая точность удовлетворяет решению задач навигации и используется преимущественно на транспорте.

Геодезические (фазовые) приемники позволяют получать координаты пользователя с более высокой точностью (отдельные методы измерений позволяют добиться миллиметрового уровня погрешностей). Измерение фазы несущей может выполняться на одной (L1) или двух (L1+L2) и более частотах. Точность такой аппаратуры позволяет применять ее для решения сложных инженерных задач – от изысканий и строительства до поддержания и мониторинга деформаций координатных основ различных стран.

Точностные характеристики аппаратуры зависят также и от метода и режима выполнения измерений, подробнее рассмотренных далее в п.п. 2.3.

2.2 Системы координат и высот в ГНСС

2.2.1 Системы координат, применяемые в ГНСС

Координатные вычисления в ГНСС-технологиях осуществляются в общеземных *пространственных геоцентрических системах координат* (Earth Centered, Earth Fixed – ECEF), называемых также *картезианскими* (cartesian).

Начало таких СК находится в центре масс Земли, ось OZ направлена на условный северный полюс, оси OXY лежат в экваториальной плоскости, ось OX проходит через Гринвичский меридиан, а ось OY дополняет СК до правой, рисунок 2.2.

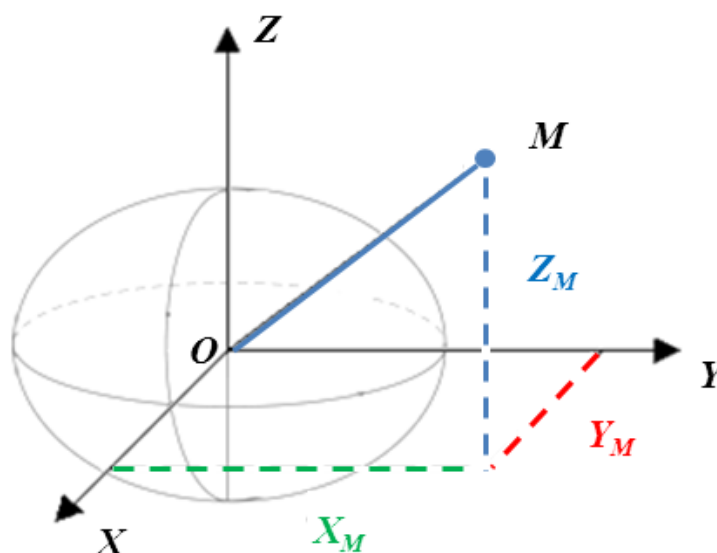


Рисунок 2.2

Координаты выводятся в виде декартовых X , Y , Z (пространственные координаты относительно центра масс Земли). Единицы измерения – метры.

Примеры общеземных СК: WGS-84 и ПЗ90, применяемые в GPS и ГЛОНАСС соответственно.

Использование таких координат для представления местоположения объектов неудобно. Так, например, координаты центра г. Новосибирска в пространственной геоцентрической СК WGS-84 будут иметь вид:

X : 446 845,400 м; Y : 3 639 263,300 м; Z : 5 201 383,500 м.

Для более простого и наглядного представления, координаты проецируют на математическую поверхность – общеземной эллипсоид и получают координаты на нем (в виде углов в экваториальной плоскости – широта B и плоскости меридиана – долгота L) и высот точки над его поверхностью (H) по нормали к поверхности. При этом, исходная прямоугольная система остается прежней, а центр эллипсоида соответствует началу исходной системы координат (датума).

Такие координаты называют *геодезическими*, рисунок 2.3.

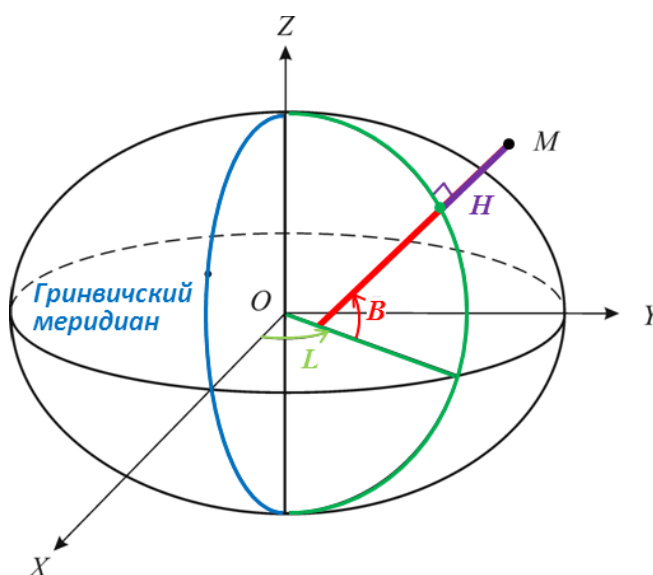


Рисунок 2.3

Для перехода от исходного датума к геодезическим координатам, необходимо знать параметры эллипсоида – большую полуось a , полярное сжатие α .

Геодезические координаты представляются в виде угловых градусов для широты и долготы и в метрах для высоты над эллипсоидом.

Примеры геодезических СК являются: WGS-84, СК42, СК95, ГСК2011 и прочие общеземные геодезические СК. Для WGS-84 используется одноименный общеземной эллипсоид, для СК42/95 – референц-эллипсоид Красовского.

Пример геодезических координат в WGS-84 для того же объекта:

$B: N 55^{\circ} 01' 35,10''$ $L: E 82^{\circ} 55' 16,90''$ $H: 113,20 \text{ м.}$

Где N и E указывают северное полушарие относительно экватора и Восточное положение относительно Гринвичского меридиана (могут быть представлены в виде знака).

Проблемой геодезических систем координат является неудобство при выполнении инженерных расчетов в угловых величинах и отображение их на плоскости. Поэтому используются *проецированные координаты*.

Такие координаты используются в картографии и для выполнения инженерных работ и вычислений. Существует большое разнообразие методов проецирования и наборов параметров, однако в геодезии наиболее широкое применение имеют *поперечно-цилиндрические равноугольные проекции* Гаусса-Крюгера и Меркатора, имеющие общий принцип вычисления.

Системы координат, основанные на проекции Гаусса-Крюгера и поперечной Меркатора, предполагают минимальные искажения внутри одной зоны (обычно 3° или 6°), рисунок 2.4. Внутри каждой зоны координаты x (на север вдоль оси меридиана), y (на восток вдоль экватора) будут выражаться в метрах.

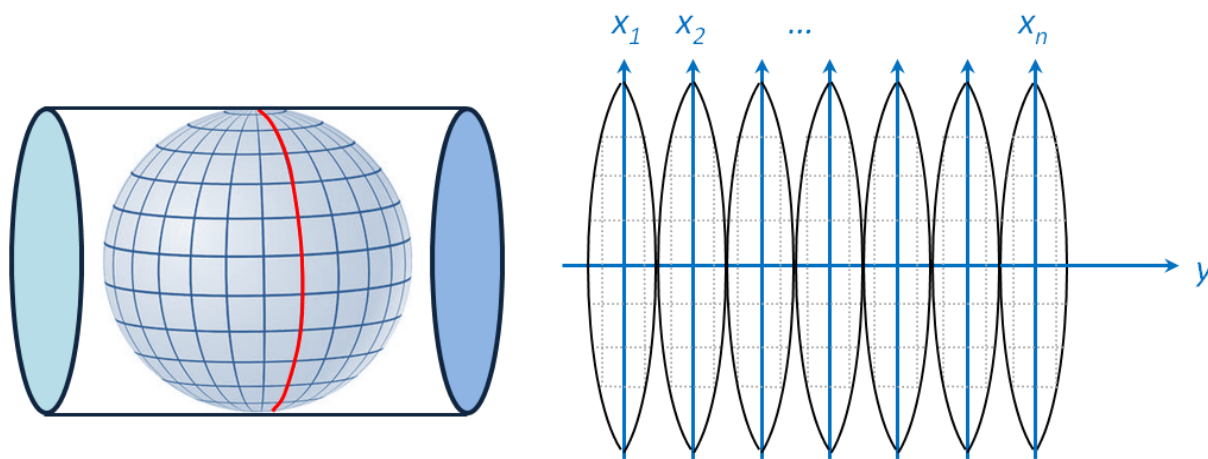


Рисунок 2.4

В силу направления осей, проецированные системы координат являются левыми. Из-за этого важно учитывать, что x является осью ординат, а y – абсцисс, а не наоборот, как принято в правых декартовых системах координат.

Математический алгоритм проецирования для СК42/СК95 на эллипсоид Красовского закреплен в ГОСТ 32453-2013.

При проецировании в указанные проекции используются следующие параметры:

- начальная широта (B_0 , как правило, равна 0) и долгота проецирования (L_0 , зависит от номера зоны);
- масштабный коэффициент (m ; для Гаусса-Крюгера: $m = 1$, для UTM: $m = 0,9996$);
- сдвиг начала системы координат на Север (False Northing – FN) и Восток (False Easting – FE).

Примеры систем проецированных координат: Universal Transverse Mercator (UTM) WGS-84, СК42 (Пулково 1942) в проекции Гаусса-Крюгера, Местные СК Российской Федерации.

Во избежание отрицательных координат по оси y , как правило, задается сдвиг FE , превышающий ширину зоны (для СК-42/95 и UTM – 500 км).

В системах координат UTM, СК42 и СК95 могут использоваться такие сдвиги по y , которые позволяют идентифицировать номер зоны (в разрядах миллионов). Например, приближенные координаты часовни в центре г. Новосибирска будут иметь вид:

$$x: 6\,101\,897,06 \text{ м}; \quad y: 14\,622\,908,23 \text{ м}; \quad H^{\gamma}: 150,0 \text{ м}.$$

По данным координатам легко определить, что используется 14-й номер зоны. В некоторых программах номер зоны отбрасывается.

В различных системах координат, номера зон могут отсчитываться от разных начальных меридианов (UTM – от 180° Западной долготы, СК 42/95 – от Гринвичского меридиана).

С проецированными системами координат могут использоваться различные высоты (в РФ принято использовать нормальные высоты в Балтийской системе высот 1977 года).

2.2.2 Системы высот, применяемые в ГНСС

В ГНСС-технологиях активно используются три из четырех типов высот, а, именно:

- ортометрическая высота (H^g), отсчитываемая от поверхности геоида до точки физической поверхности Земли, отложенная по силовой линии поля силы тяжести;
- нормальная высота (H^{γ}), отсчитываемая от поверхности квазигеоида до точки физической поверхности Земли, совпадающая с направлением вектора силы тяжести в точке наблюдения;
- геодезическая высота (H^f), отсчитываемая по нормали от поверхности эллипсоида до точки физической поверхности Земли (рисунок 2.5).

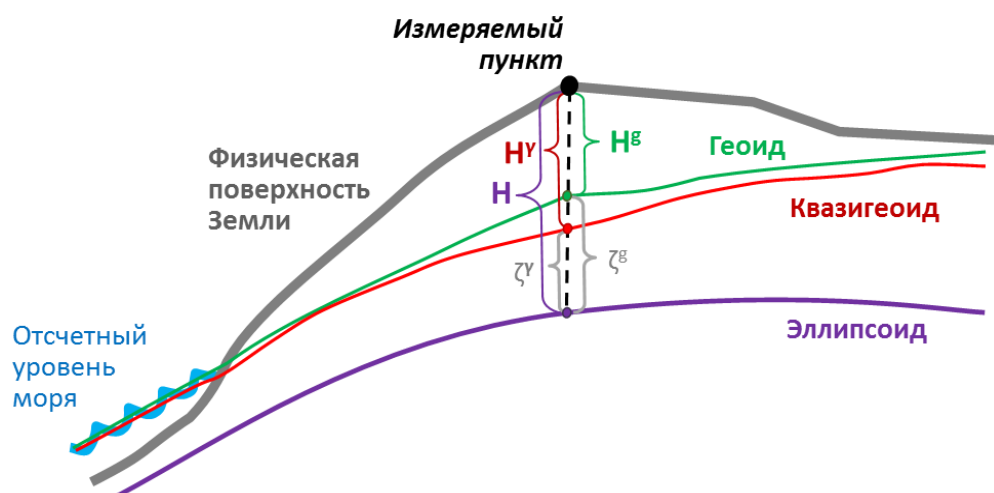


Рисунок 2.5

Связь высот каждого пункта на физической поверхности выражается простым соотношением:

$$H^{\Gamma} = H^{\gamma} + \zeta^{\gamma} = H^g + \zeta^g,$$

где ζ^{γ} и ζ^g – аномалии высот относительно квазигеоида и геоида, соответственно.

Поверхности квазигеоида и геоида отличаются друг от друга на малую величину, поэтому при приближенных расчетах считается, что аномалия высоты квазигеоида ζ^{γ} равна аномалии высоты геоида ζ^g и может быть обозначена как ζ . Следовательно, в приближенных расчетах, ортометрическая высота H^g может быть приравнена к нормальной H^{γ} и вычислена по формуле:

$$H^{\gamma} = H^{\Gamma} - \zeta^g.$$

В ГНСС-технологиях при измерении базовых линий (см. подробнее п.п. 2.3.4) определяется разность геодезических высот ΔH^{Γ} относительно

общеземного эллипсоида WGS-84. Тогда формула для определения ортометрических высот от исходной до измеряемой точки будет иметь вид:

$$H_{изм}^{\gamma} = H_{исх}^{\gamma} + \Delta H^{\Gamma} - \zeta_{изм}^g + \zeta_{исх}^g.$$

Погрешность получения высоты будет зависеть от точности модели геоида. В настоящее время в ГНСС-технологиях наиболее часто применяется модель EGM-2008, позволяющая получать нормальные высоты с точностью (СКП) не грубее нескольких сантиметров.

С недавнего времени введена в эксплуатацию и отечественная модель геоида ГАО-2012, позволяющая наиболее точно переходить к Балтийской системе высот 1977 года (БСВ-77), используемой на территории Российской Федерации.

2.2.3 Системы времени, применяемые в ГНСС

В существующих ГНСС используются различные шкалы времени, как правило, жестко связанные с международным координированным временем UTC в Гринвичской зоне (GMT+0).

Например, время GPS (GPST), наиболее часто используемое при выводе результатов измерения, связано с UTC по формуле:

$$T_{GPS} = T_{UTC} + t_{LS},$$

где t_{LS} – сдвиг в секундах (Leap second) за счёт обновления UTC с 1980 года (на 2024 год составлял 18 секунд).

Свои шкалы времени имеют ГНСС ГЛОНАСС, BeiDou и Galileo, однако вывод результатов измерений в них, как правило, не производится. Стоит отметить, что все перечисленные системы времени также имеют привязку к UTC.

Сам формат вывода времени может также иметь различную форму. Так время, выдаваемое приемником и некоторыми программами обработки ГНСС-измерений, может приводиться в секундах текущей GPS-недели (Time of week – T_{TOW}). Текущее время суток в Гринвичской зоне GMT+0 (T_{DAY}) можно получить по формуле:

$$T_{DAY} = T_{TOW} - n \cdot 86400,$$

где n – номер текущего дня недели (от воскресения).

2.2.4 Порядок пересчета координат

Переход от одной системы координат к другой осуществляется на уровне прямоугольных координат X, Y, Z или широты, долготы и высоты B, L, H .

В первом случае используются семь параметров пересчета (сдвиг по осям T_X, T_Y, T_Z , углы поворота по осям $\omega_X, \omega_Y, \omega_Z$, масштабный коэффициент μ) по формулам Гельмерта. Иногда могут применяться параметры Бурша-Вульфа, отличающиеся противоположным знаком углов поворота.

В случае пересчета геодезических координат из одной системы координат (СК₁) в другую (СК₂), используются формулы Молоденского, в которых к семи параметрам пересчета добавляются разности параметров эллипсоида – больших полуосей Δa и сжатия $\Delta \alpha$.

Переход к плоским координатам новой СК будет осуществлен уже от обновленных геодезических координат. Таким образом, пересчет будет осуществляться по схеме, показанной на рисунке 2.6.

Формулы и параметры пересчета из WGS-84 в системы геодезических координат, используемые на территории Российской Федерации (Системы координат 1942, 1995 года – СК-42 и СК-95; ПЗ-90 и пр.), содержатся в соответствующих ГОСТах.

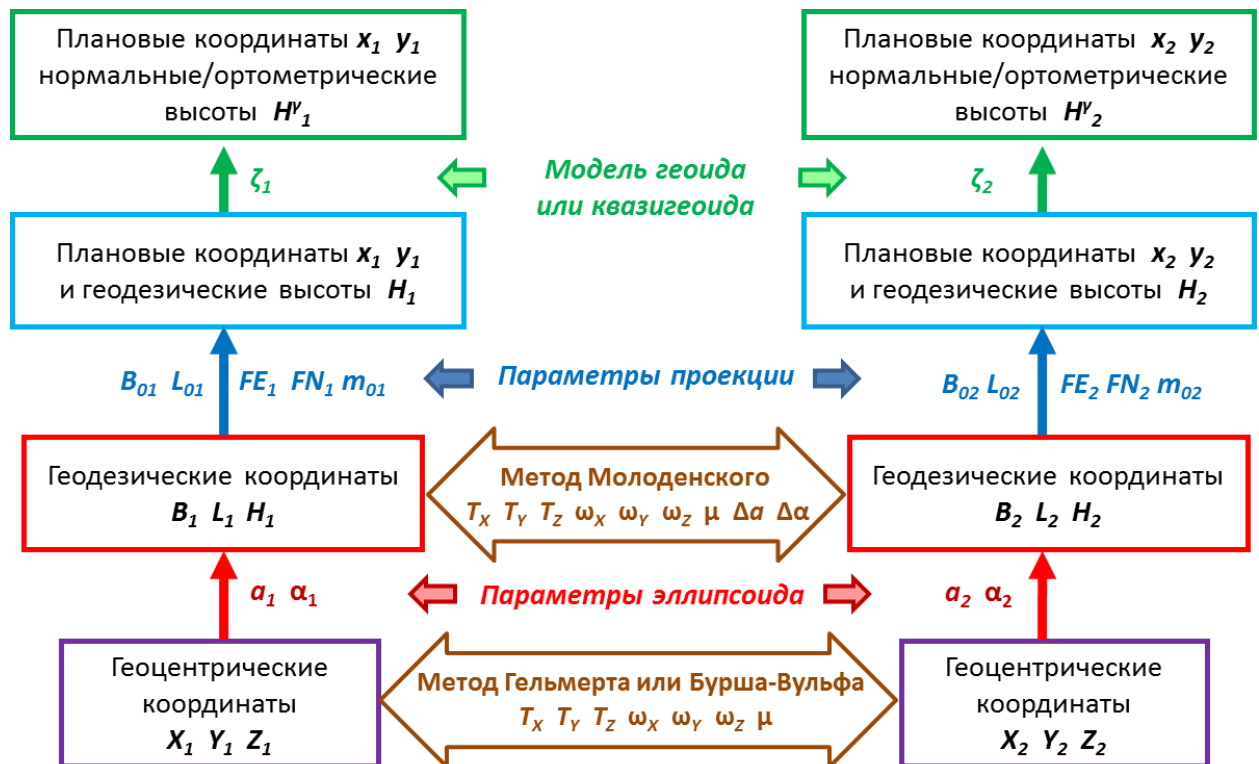


Рисунок 2.6

Кроме того, существуют местные системы координат субъектов РФ, основой которых служат системы координат СК-42 или СК-95 и проекция Гаусса-Крюгера.

Пересчет в другие системы координат и проецирование могут приводить к возникновению погрешностей, связанных с параметрами пересчета и деформацией опорных сетей различных систем координат.

2.3 Методы постобработки ГНСС-измерений

2.3.1 Классификация методов ГНСС-измерений

Существует несколько методов выполнения спутникового позиционирования, в основе которых лежит способ получения координат:

- абсолютный (то есть непосредственно по данным спутниковых наблюдений одним приёмником);
- дифференциальный (измерения с учётом поправок от одной или нескольких опорных базовых станций с известными координатами);
- относительный (вычисление координат посредством совместной обработки измерений базовой и определяемой станций).

Опорные (базовые) станции могут применяться как по отдельности, так и в виде сетей, предоставляя сетевое решение пользователю.

В современных классификациях также может упоминаться метод Precise Point Positioning (PPP), основанный на применении предсказанных или апостериорных точных орбит и поправок к спутниковым часам.

Кроме того, наблюдения могут выполняться в режиме реального времени (Real-time), когда точные координаты доступны непосредственно на пункте наблюдений, и в режиме с постобработкой (PostProcessing), предполагающей получение конечного результата после завершения наблюдений и дополнительной обработки полученных данных в специализированных программах. Реализация дифференциального и относительного метода в режиме реального времени называется режимом RTK (Real-time Kinematic).

В данном руководстве основной фокус сделан на постобработке измерений ГНСС, для которой применяется RedStar GNSS.

2.3.2 Абсолютный метод измерений ГНСС

Абсолютный метод определения координат предполагает использование одного спутникового приемника. В данном методе, спутники глобальной навигационной системы являются опорными геодезическими пунктами с известными координатами $(X, Y, Z)_i$, а местоположение пользователя $(X, Y, Z)_{\text{Польз.}}$ определяется решением линейной засечки по измеряемым псевдодальностям ρ_i (рисунок 2.7).

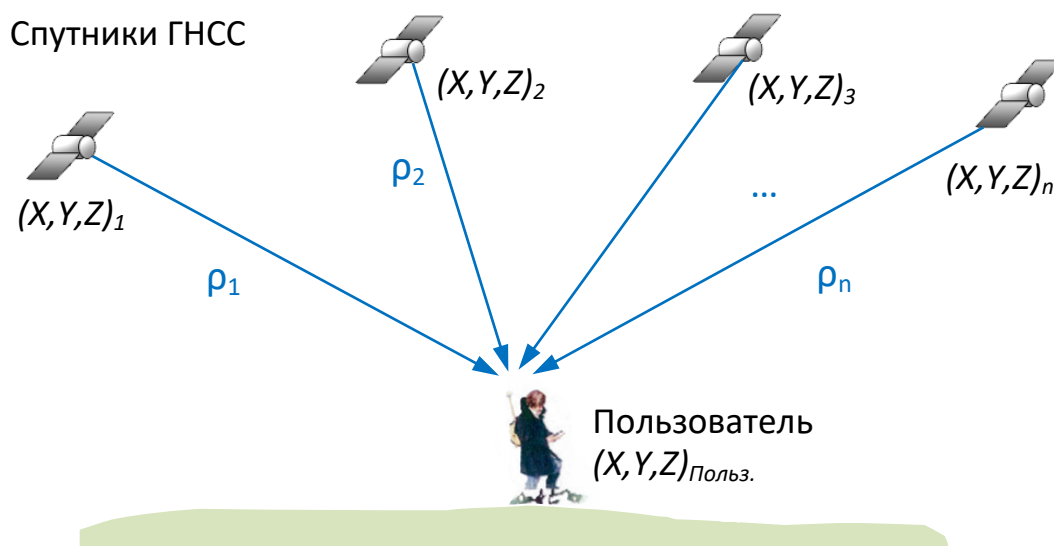


Рисунок 2.7

Точность абсолютного метода позиционирования с использованием гражданской кодовой спутниковой аппаратуры находится в пределах 3 – 10 м. Измерения данным методом выполняются, как правило, навигационной (кодовой) аппаратурой.

Преимуществом абсолютного метода является отсутствие необходимости во внешних данных – приемнику для получения координатного решения достаточно информации, получаемой со спутников ГНСС.

2.3.3 Дифференциальный метод измерений ГНСС

В основу *дифференциального метода* спутникового позиционирования положена идея использования поправок от базовой контрольно-корректирующей станции (БС, ККС) или сети таких станций при выполнении (или обработке) измерений мобильной станцией (МС), координаты которой необходимо определить.

Принцип дифференциального метода позиционирования схематично представлен на рисунке 2.8.

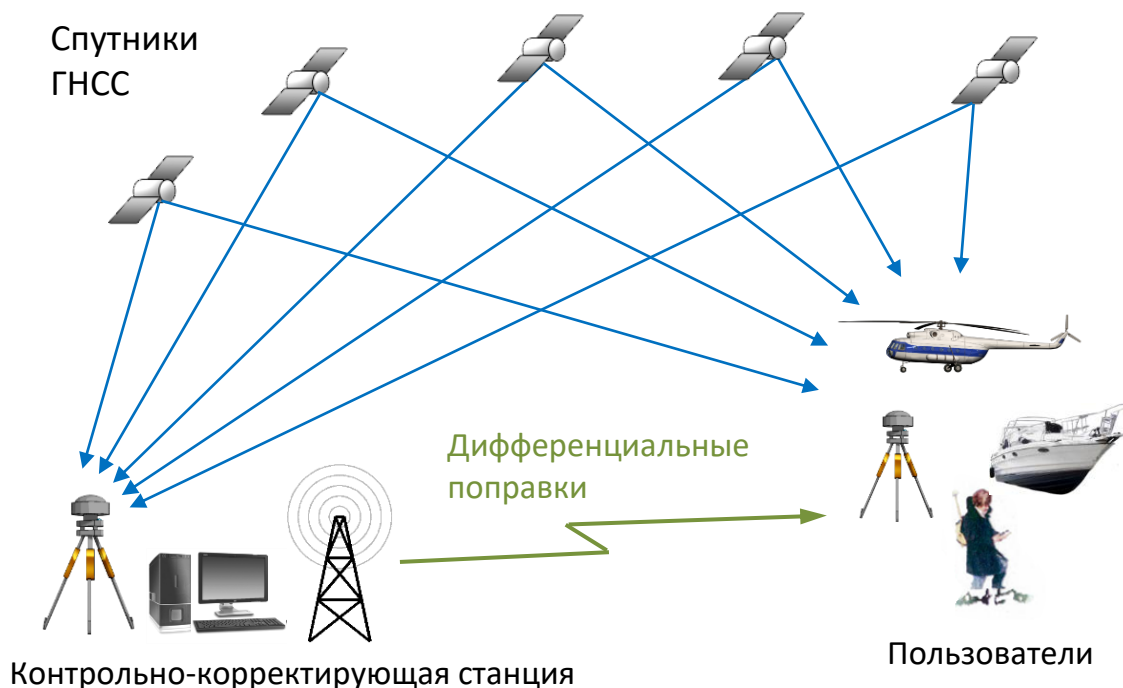


Рисунок 2.8

Дифференциальный метод применяется для повышения точности как навигационной, так и геодезической спутниковой аппаратуры. Кодовые дифференциальные способы (Differential GNSS – DGNSS, ранее DGPS) повышают точность навигации до 1 – 2 м. Фазовый дифференциальный способ позиционирования (Phase DGPS – PDGNSS) повышает точность позиционирования геодезической спутниковой аппаратурой до уровня первых сантиметров.

Для передачи поправок могут быть использованы специальные спутники, размещаемые, как правило, на геостационарных орбитах. Такие системы называют широкозонными дифференциальными спутниковыми подсистемами (Wide-Area Differential GNSS – WADGNSS) или спутниковыми дифференциальными подсистемами (Satellite Based Augmentation Systems – SBAS).

В данном методе надежность поправок понижается с удалением пользователя от ККС.

2.3.4 Относительный метод измерений ГНСС

Относительный метод позиционирования считается наиболее точным. В основу метода положена совместная обработка результатов одновременных измерений двумя спутниковыми приёмниками – базовой станцией (БС) и мобильной станцией (МС). При обработке определяется вектор между ними, называемый базовой линией (БЛ). Как и в дифференциальном методе, базовая станция должна иметь точные известные координаты.

Принцип относительного метода позиционирования показан на рисунке 2.9.

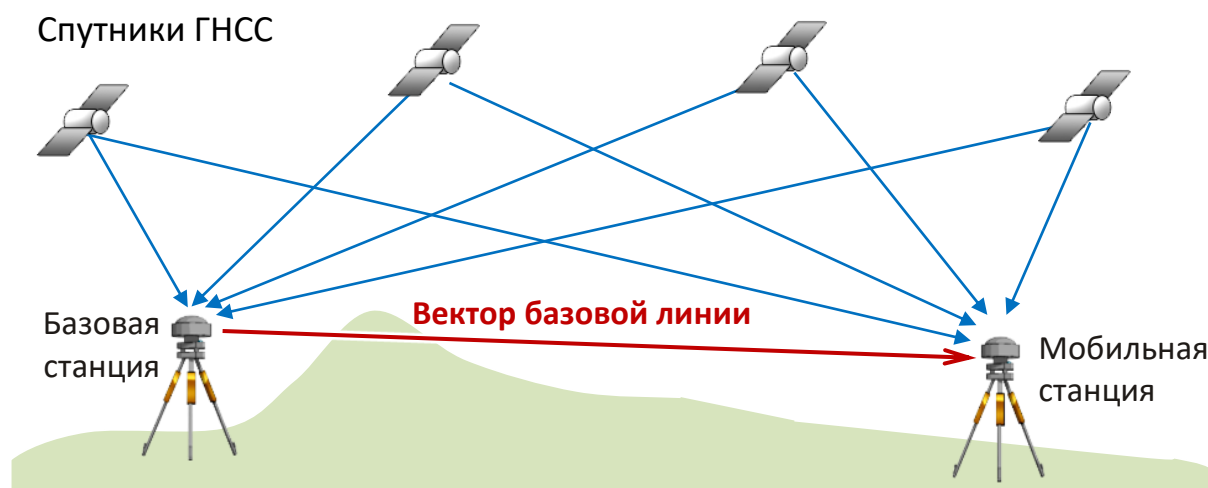


Рисунок 2.9

Точность определения координат относительным методом с применением кодовых приёмников примерно соответствует дифференциальным наблюдениям. Данный метод чаще применяется для геодезических (фазовых) приёмников, позволяя добиться более высокой точности, чем точность, обеспечиваемая дифференциальными поправками.

Данный метод является основным в RedStar GNSS.

ПРИМЕЧАНИЕ. В литературе относительный и дифференциальный метод в постобработке часто приравнивают друг к другу, что не совсем

корректно с математической точки зрения, но со стороны пользователя (в частности, исходя из состава исходных данных) может быть логичным.

2.3.5 Метод Precise Point Positioning

Метод Precise Point Positioning (PPP) основан на повышении точности измерений одним спутниковым приемником за счет применения точных апостериорных параметров орбит (эфемерид) и поправок к часам спутников. В постобработке метод PPP обеспечивает СКП позиционирования в несколько сантиметров, а в кинематике – до первых дециметров и точнее (рисунок 2.10).

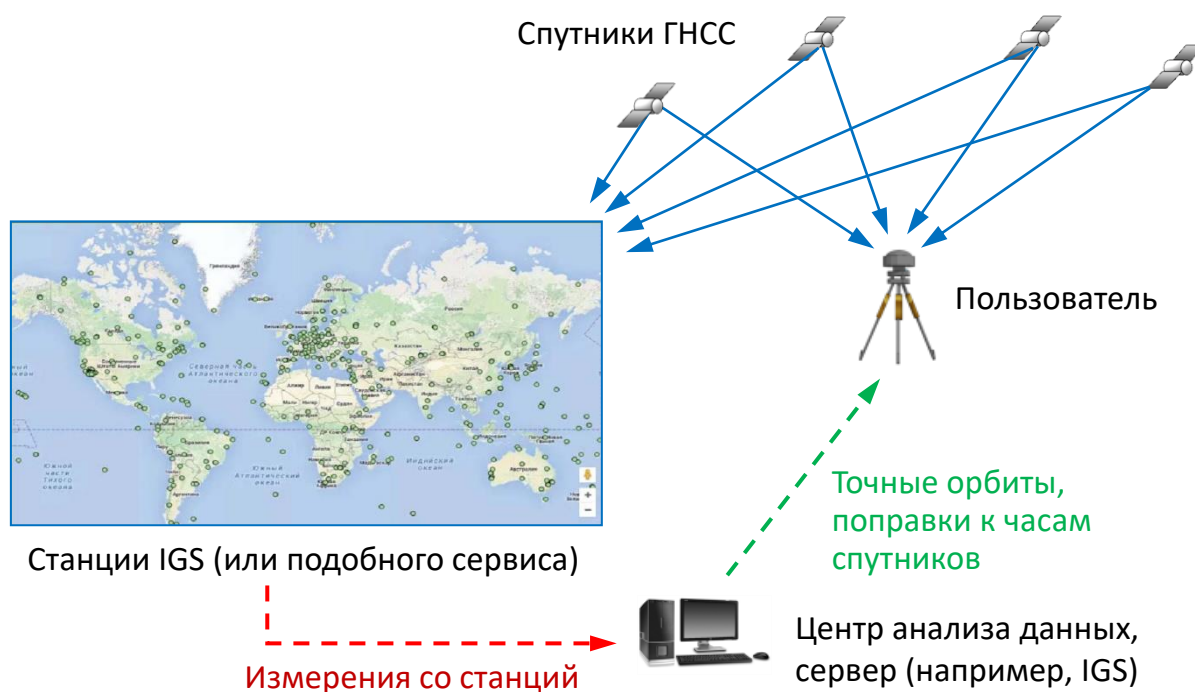


Рисунок 2.10

Файлы эфемерид и поправок к часам навигационных спутников могут быть взяты в сети Интернет, например, с сервера Международной ГНСС службы IGS (International GNSS Service). IGS получает эту информацию в результате обработки совместных измерений более, чем с 400 активных

(постоянно действующих) базовых станций, расположенных по всему миру, в том числе, и в России.

Кроме того, существуют различные платные региональные сервисы, предлагающие данные для PPP-обработки как в виде архивных данных через Интернет, так и в реальном времени, например, через спутниковую трансляцию (OmniStar, StarFire и пр.).

2.3.6 Точность методов ГНСС-измерений

Точности позиционирования различными методами и их зависимость от расстояния между пользователем и базовой станцией (если метод предполагает её наличие), показаны на рисунке 2.11.

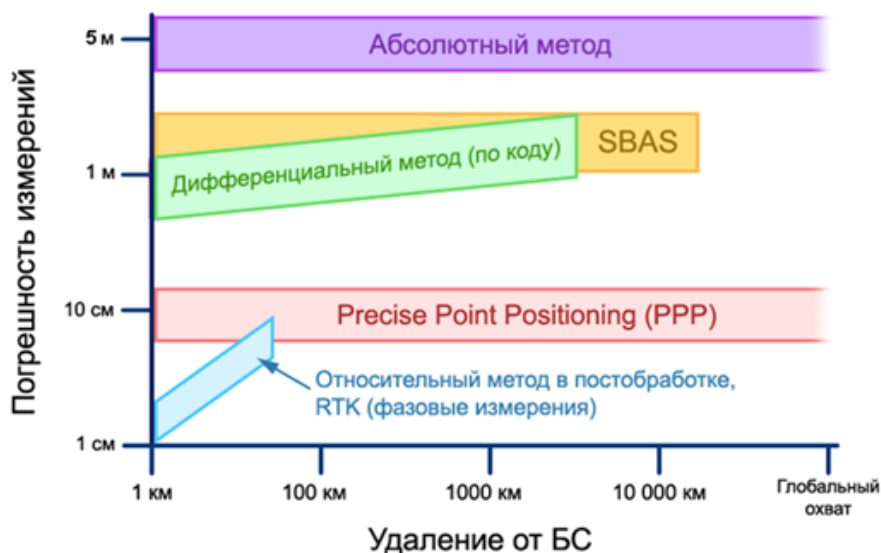


Рисунок 2.11

В целом, каждый метод позиционирования имеет свои преимущества и недостатки, а их выбор зависит от типа используемой аппаратуры, требуемой точности и наличия необходимых внешних условий (видимости спутников и геометрии созвездия, наличия переотражений сигналов, качества исходных данных и пр.).

3 Описание интерфейса в ПО RedStar GNSS

3.1 Структурные элементы программы RedStar GNSS

Программа RedStar GNSS предлагает пользователю интуитивный графический интерфейс, основными элементами которого являются:

- главное (рабочее) окно программы;
- окно иерархии;
- окно действий;
- многочисленные диалоговые окна, открываемые опционально.

В последующих подразделах данной главы взаимодействие с интерфейсом основных окон (рисунок 3.1) программы описано подробнее, а в главе 5 подробно рассмотрены пошагово сложные операции, выполняемые в программе.

Рабочее (главное) окно

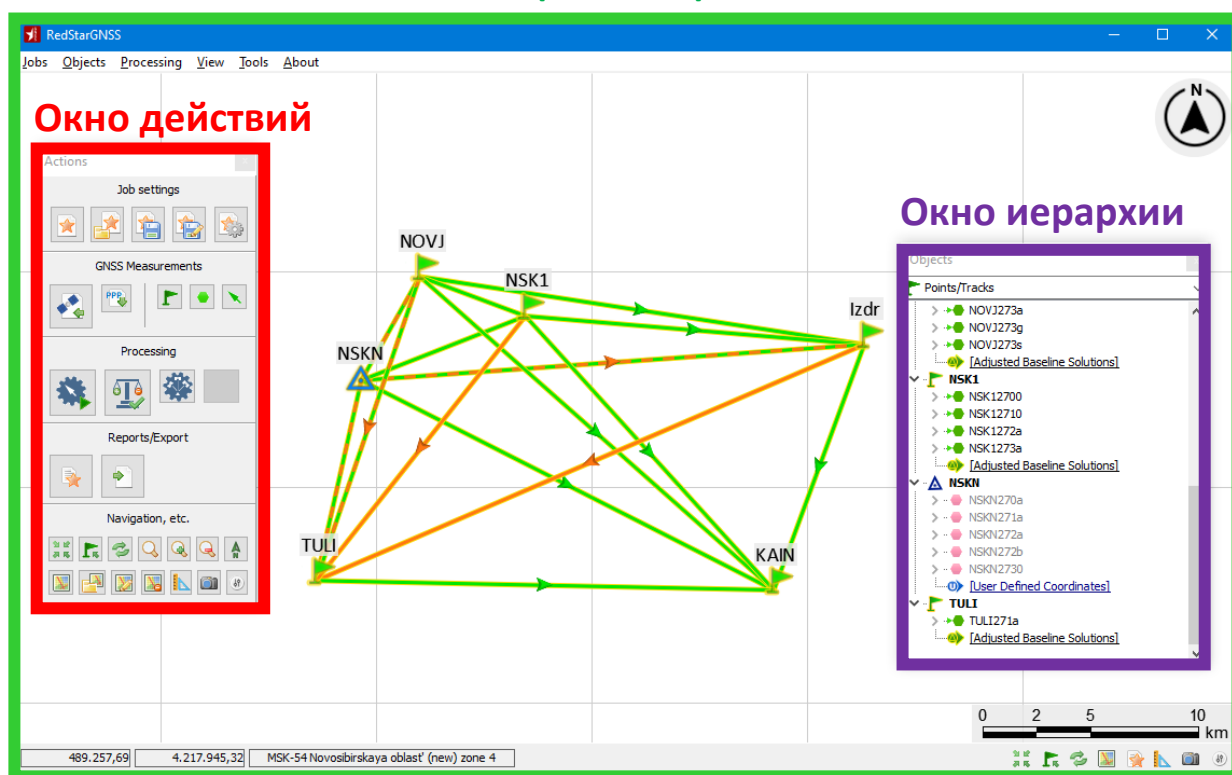


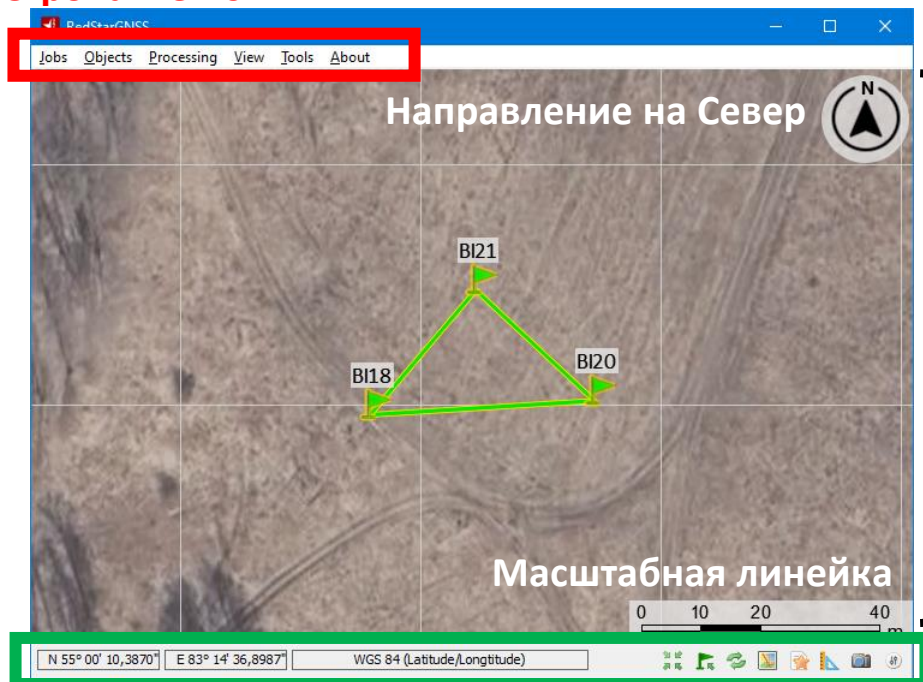
Рисунок 3.1

3.2 Взаимодействие с рабочим окном программы

Главное (рабочее) окно программы (рисунок 3.2) содержит интерактивную карту-схему, графические индикаторы (масштабная линейка, указатель на север), строку меню и панель навигации, а также различные функциональные панели (панель инструмента «линейка» и пр.).

Основные операции могут выполняться непосредственно в главном окне с использованием строки меню, панели навигации и взаимодействием с объектами карты-схемы.

Строка меню



Интерактивная
карта-схема

Панель навигации

Рисунок 3.2

Строка главного меню рабочего окна программы содержит шесть категорий, в каждой из которых содержатся подменю, выполняющие различные команды и открывающие различные окна настроек. В частности:

- Проект (управление проектом – создание, сохранение, загрузка, изменение настроек проекта, вывод отчетов и пр.);

- Объекты (выбор и настройка объектов, содержащихся в текущем проекте – точек, сеансов измерений, векторов базовых линий, добавление/импорт данных в проект – ГНСС измерений, данных для обработки PPP, редактирование ГНСС-антенн и пр.);
- Обработка (запуск обработки измерений ГНСС различными методами и уравнивания сетей станций ГНСС);
- Вид (управление интерфейсом – показать/скрыть окно иерархии и окно действий; управление выводом карты-схемы – масштаб, ориентация карты-схемы; управление подложкой – скачать автоматически, загрузить/сохранить, выполнить гео-привязку; вызов настроек отображения карты-схемы);
- Инструменты (вызов утилит, входящих в поставку программы – календарь ГНСС, распаковка Geo-Zip архивов *.gz, конвертация CRX в RINEX и пр.);
- Справка (вызов справки о программе).

Панель навигации располагается в нижней части окна программы и состоит из двух частей – вывода координат в заданной СК с возможностью ее выбора, и блока кнопок быстрых действий (рисунок 3.3).

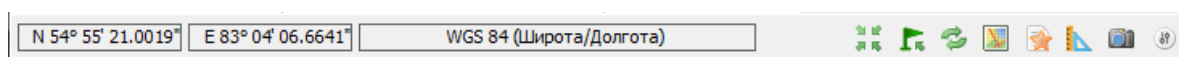


Рисунок 3.3

Координаты выводятся для текущего положения курсора в выбранной системе координат. Клик по полю с названием системы координат вызывает контекстное меню с возможностью выбрать одну из систем координат, доступных в проекте или перейти к настройкам СК.

В правой части панели навигации находятся кнопки быстрых действий:

- переход (сдвиг центра карты-схемы) к заданным координатам 

- показать все объекты  (масштаб и центр карты схемы будут выбраны таким образом, чтобы вместить все объекты проекта);
- обновить рабочее окно  (рекомендуется применять, если какие-либо изменения отобразились некорректно);
- загрузить подложку Google Maps автоматически для текущего положения и масштаба карты-схемы  (см. подробнее п.п. 5.12.1);
- вывести отчет по проекту  (см. подробнее п.п. 5.10);
- открыть инструмент «линейка»  (см. подробнее п.п. 5.13);
- сделать снимок карты-схемы  (сохраняет текущий вид в формате *.JPeG);
- открыть настройки отображения карты-схемы  (см. подробнее п.п. 5.14).

На *интерактивной карте-схеме* отображаются индикаторы и объекты (точки и векторы).

Индикаторы (масштабная линейка и указатель на север), при нажатии правой кнопкой мыши на них, позволяют ввести масштаб или азимут ориентации карты-схемы вручную.

Помимо индикаторов, упомянутых выше, на карте-схеме отображаются точки и векторы (таблица 3.1). Их форма и цвет зависят от типа и качества обработки (таблица 3.2).

Таблица 3.1 Объекты на карте-схеме

Обозначение		Значение
Вид	Описываемый признак	
	Иконка: флажок с подписью	Точка (см. подробнее иерархию в п.п. 4.1), координаты вычислены или не определены. В зависимости от типа решения будет иметь определенный цвет (см. подробнее в таблице 3.2)
	Иконка: флажок с подписью, желтое окаймление	Точка, включенная в сеть станций ГНСС с успешно выполненным уравниванием
	Иконка: флажок с подписью, бордовое окаймление	Точка, в результате обработки которой возникла ошибка
	Иконка: синий треугольник с точкой, с подписью	Точка, координаты которой заданы пользователем (базовая станция)
	Линия со стрелкой, сплошная	Вектор базовой линии точка-точка (ГНСС-вектор), все решения для векторов сеанс-сеанс (см. подробнее иерархию в п.п. 4.1), содержащихся в нем, имеют одинаковый тип решения. В зависимости от типа решения будет иметь определенный цвет (см. подробнее в таблице 3.2)
	Линия со стрелкой, пунктир	Вектор базовой линии точка-точка (ГНСС-вектор), решения векторов сеанс-сеанс, содержащихся в нем, имеют разный тип решения. В зависимости от лучшего и худшего типов решений будет иметь определенные два цвета (см. подробнее в таблице 3.2)
	Линия со стрелкой, бордовое окаймление	Вектор базовой линии точка-точка (ГНСС-вектор), все обработанные решения для векторов сеанс-сеанс, содержащихся в нем, содержат ошибку обработки

Таблица 3.2 Цвет и тип решения

Цвет		Значение
Вид	Название	
	Темно-серый, полупрозрачный	Отключено, не взято в обработку
	Светло-серый	Не обработано (координаты из заголовка RINEX)
	Розовый	Решение по коду абсолютным методом (точность уровня нескольких метров)
	Фиолетовый	Решение по коду методом DGNSS (точность 1-2 метра)
	Оранжевый	Решение по фазе с плавающим разрешением многозначности относительным методом (точность на уровне от дециметров до 1-2 метров)
	Зеленый	Решение по фазе с целочисленным разрешением многозначности относительным методом (точность на уровне от миллиметров до сантиметров)
	Голубой	Решение методом PPP (точность на уровне от одного до нескольких дециметров)
	Синий	Координаты заданы пользователем

Взаимодействие с интерактивной картой-схемой включает в себя:

- сдвиг карты-схемы – выполняется курсором с зажатой левой кнопкой мыши. При этом вокруг курсора появляется индикатор (рисунок 3.4);

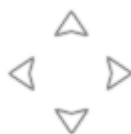


Рисунок 3.4

- изменение масштаба карты-схемы (выполняется вращением колеса мыши или клавиши «+» и «-»);
- поворот карты-схемы (клавиша «Ctrl» + вращение колеса мыши);

- выбор объектов карты-схемы – векторов и точек (один клик). При наводке точки обозначаются специальным знаком, а векторы меняют цвет в центре линии; выделенные объекты подсвечиваются контуром (таблица 3.3).

Таблица 3.3 Взаимодействие точек и векторов с курсором

Вид		Значение
Точка	Вектор	
		Отображение по умолчанию
		Отображение при наведении курсора
		Отображение выделенного объекта

ПРИМЕЧАНИЕ. В зависимости от настроек, цвет выделения будет изменяться. Если под курсором находится более одного объекта, программа предложит выбрать через контекстное меню. Для сброса выделения необходимо кликнуть на свободную область карты-схемы.

- Переход к настройкам выделенного объекта (клик по выделенному объекту левой кнопкой мыши).
- Вызов действий с объектом (клик по выделенному или выделяемому объекту правой кнопкой мыши). Данное действие вызовет контекстное меню со списком возможных операций с конкретным объектом (рисунок 3.5).

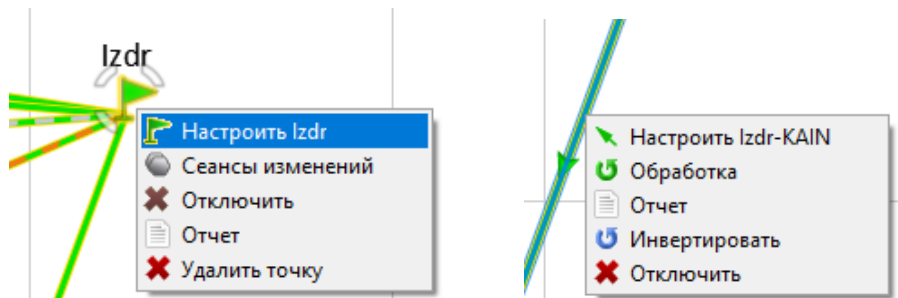


Рисунок 3.5

3.3 Окно иерархии

Так как объекты в RedStar GNSS имеют древовидную структуру (см. подробнее п.п. 4.1), их удобно отображать в виде иерархии. Для этого в программе предусмотрено окно иерархии.

В версии 1.0 могут быть выбраны два типа иерархий: Точки/траектории и ГНСС-векторы. Меню выбора находится в верхней части окна (рисунок 3.6).

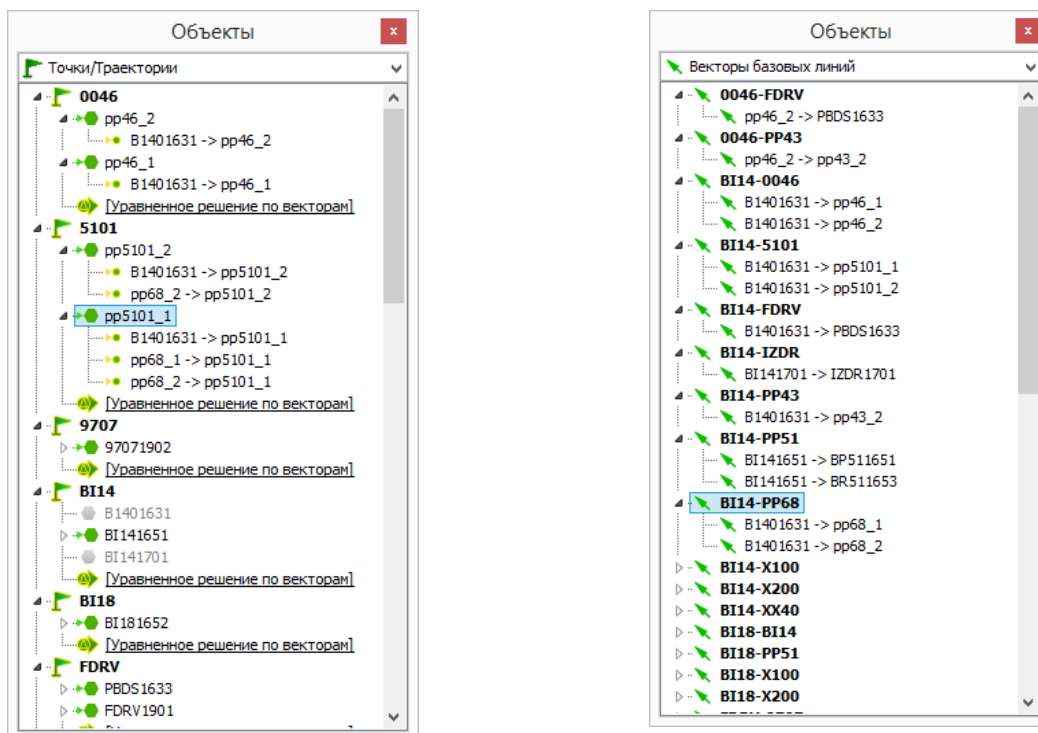


Рисунок 3.6

Иконки и цвета соответствуют обозначениям карты-схемы (см. табл. 3.1 и 3.2).

Для точек доступны три уровня иерархии – точка, сеанс/общее решение, решения для сеансов измерений. Для векторов имеется два уровня иерархии – группа векторов (точка-точка) и единичные векторы ГНСС (сеанс-сеанс). Иерархии описаны подробно в главе 4.

Отображаемые элементы интерактивны и выбор точки или вектора в окне иерархии выделит соответствующий объект на карте-схеме. Кроме того, при нажатии на элемент правой кнопкой мыши, программа выдаст контекстное меню, относящееся непосредственно к выделенному объекту (точке, сеансу измерений, решению, вектору или группе векторов, рисунок 3.7).

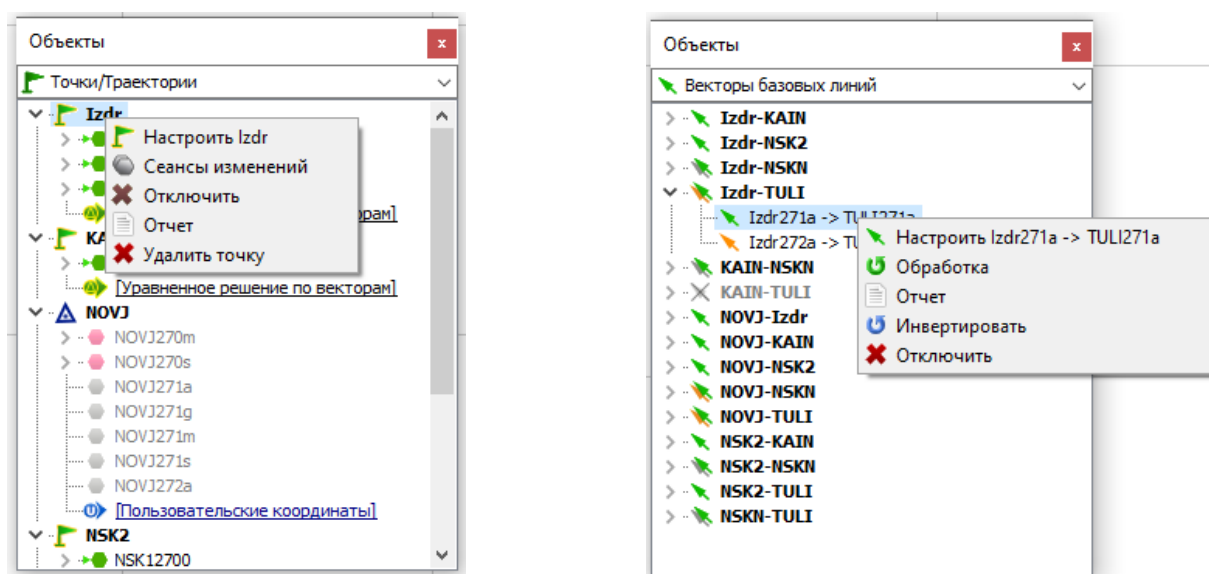


Рисунок 3.7

3.4 Окно действий

Вызов операций в RedStarGNSS может осуществляться из главного меню, однако для ускорения поиска и удобства также предусмотрено окно

действий, в котором все операции вынесены в виде кнопок с иконками (рисунок 3.8).

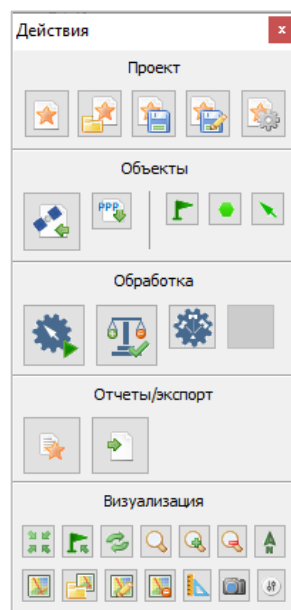


Рисунок 3.8

Действия разбиты на категории (при клике на заголовок категории она может быть свернута или развернута). В зависимости от данных, имеющихся в проекте, кнопки могут быть активны и неактивны. При наведении по каждой кнопке выводится подсказка (рисунок 3.9).

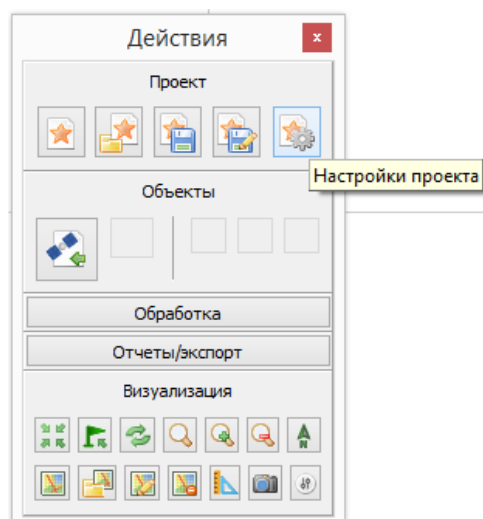


Рисунок 3.9

Категории окна действий частично соответствуют меню главного окна:

- Проект (управление проектом – создание, сохранение, загрузка, изменение настроек проекта).
- Объекты (добавление/импорт данных в проект – ГНСС измерений, данных для обработки PPP, выбор и настройка объектов, содержащихся в текущем проекте – точек, сеансов измерений, векторов базовых линий, см. подробнее п.п. 5.3 – 5.8).
- Обработка (запуск обработки измерений ГНСС различными методами и уравнивания сетей станций ГНСС, см. подробнее п.п. 5.9).
- Отчеты/экспорт (вывод отчетов или экспорт данных, см. подробнее п.п. 5.10).
- Визуализация (управление выводом карты-схемы – переход к точке, показ всех объектов, принудительное обновление вида, изменение масштаба и ориентации карты-схемы; управление подложкой – скачать автоматически, загрузить/сохранить, выполнить гео-привязку; инструмент «линейка», сохранение текущего вида в файл изображения, вызов настроек отображения карты-схемы).

4 Описание представления данных в ПО RedStar GNSS

4.1 Иерархия измерений в ПО РедСтар ГНСС

Данные в ПО RedStar представлены в виде взаимосвязанных объектов, имеющих древовидную структуру. В версии 1.0 представлены три вида корневых объектов – точки (станции) / траектории, группы векторов базовых линий и объекты уравнивания сетей.

Иерархия объекта «Точка/траектория» приведена на рисунке 4.1.

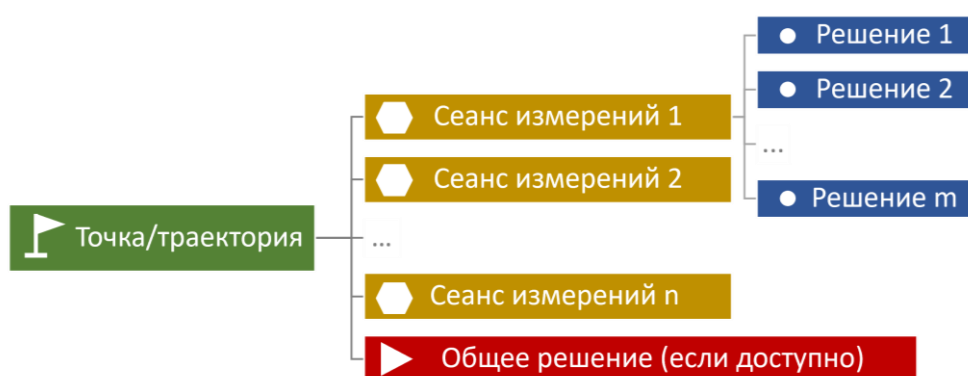


Рисунок 4.1

Каждая станция включает в себя сеансы измерений, выполненных непосредственно на ней, а также имеет результирующее общее решение, координаты и оценка точности которых выводятся в отчеты и используются при обработке базовых линий. Общее решение формируется на основе частных решений по каждому сеансу измерений (в зависимости от заданного типа решения может включаться только часть из них). Вместо общего решения также могут использоваться координаты, заданные пользователем вручную.

Частные решения могут быть получены в результате обработки базовых линий, для которых данная станция являлась ровером, а также в результате

обработкой относительным методом или методом PPP. По сути, каждое решение является набором результирующих координат и значений СКП, характеризующих точность данных решений.

Иерархия объекта «Группа векторов ГНСС» приведена на рисунке 4.2.

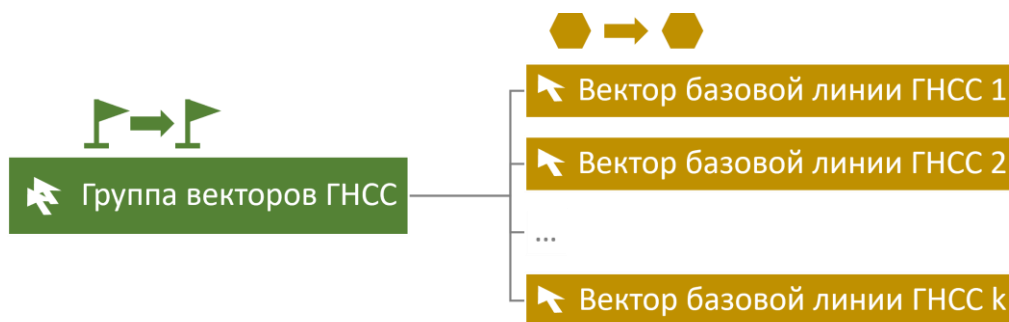


Рисунок 4.2

Каждая группа векторов ГНСС относится к станциям, заданным в качестве базы и ровера (мобильной станции). В составе группы векторов входят единичные вектора базовых линий (БЛ) ГНСС, каждый из которых относится к сеансам измерений

Третьим типом объектов являются сеансы уравнивания сети ГНСС, в иерархию которых, как показано на рисунке 4.3, входят массивы точек и векторов базовых линий (на входе и на выходе), а также величины, характеризующие качество уравнивания после его выполнения.

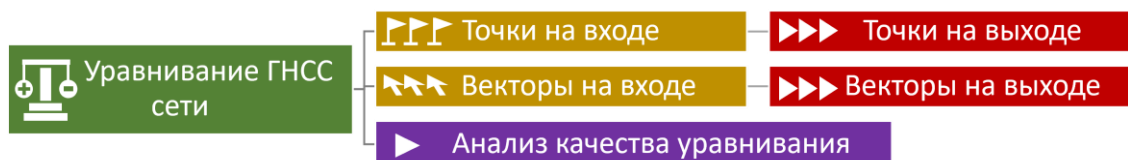


Рисунок 4.3

Списки станций и векторов на вход формируются автоматически исходя из критерия соединенности точек векторами БЛ, замкнутости фигуры, наличия решений по векторам.

Уравнивание может переформировываться и перезапускаться автоматически. Его результаты становятся общим решением пунктов ГНСС.

Взаимосвязь объектов схематично приведена на рисунке 4.4. Все три категории объекта связаны между собой, формируя аналог реляционной базы данных.

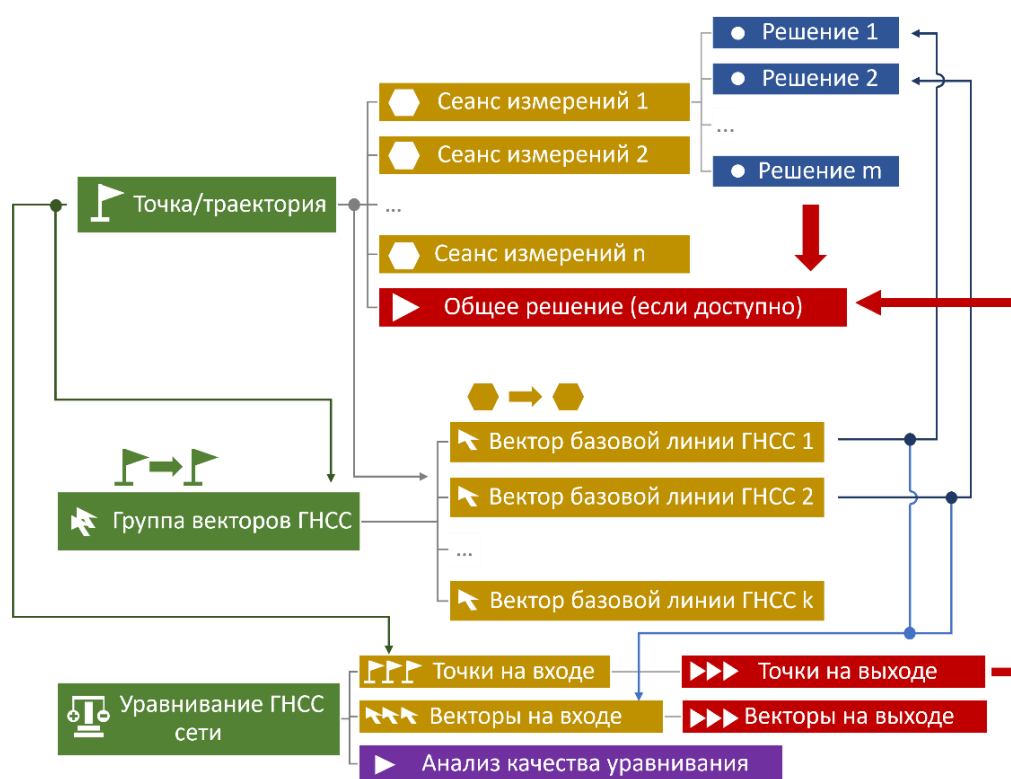


Рисунок 4.4

4.2 Виды решений в ПО РедСтар ГНСС

Для каждой точки/траектории решения подразделяются на **частные** (для каждого сеанса измерений, входящего в иерархию данного объекта) и **общее решение**.

Частные решения бывают трех видов:

- Решение абсолютным методом.
- Решение методом PPP.
- Решение вектора базовой линии, одного из трех видов:
 - фазовое фиксированное решение (наиболее точное, точность соответствует заявленным характеристикам аппаратуры);
 - фазовое плавающее (точность ниже заявленных характеристик, возможны погрешности на уровне нескольких дециметров и грубее);
 - Кодовое DGNSS решение (метровый уровень точности).

Общие решения формируются на основе правила, выбранного пользователем для всего объекта точка/траектория. Возможны следующие варианты:

- Нет решения/заголовок RINEX.
- Решение абсолютным методом/PPP.
- Автоматически выбранное одно наиболее точное решение абсолютным методом/PPP.
- Среднее арифметическое из всех доступных решений абсолютным методом/PPP.
- Среднее взвешенное из всех доступных решений абсолютным методом/PPP.
- Решение на основе векторов базовых линий.
- Автоматически выбранное наиболее точное решение по одному вектору БЛ.
- Среднее арифметическое из всех доступных решений по векторам БЛ.
- Среднее взвешенное из всех доступных решений по векторам БЛ.
- Решение, полученное уравниванием сети станций ГНСС.
- Единичное частное решение, выбранное из иерархии.

- Координаты, заданные пользователем вручную.

Пользователь может самостоятельно выбрать желаемое правило для каждой точки измерений (см. Раздел 5.7).

4.3 Поддерживаемые системы координат

Большинство вычислений в RedStarGNSS выполняются в WGS-84, все системы координат, используемые в проектах, должны иметь параметры связи с ней (7 параметров Гельмерта). Базовая версия программы поддерживает системы координат, основанные на датумах WGS-84, СК42, СК95, ГСК2011, ПЗ90 и ПЗ90.11. Пользователи могут также добавлять собственные датумы и эллипсоиды.

Поддерживаемые проекции: Меркатора и Гаусса-Крюгера. Также координаты могут выводиться в виде прямоугольных геоцентрических координат и геодезической широты и долготы.

Ниже перечислены СК, входящие в базовую поставку RedStarGNSS:

Геоцентрические прямоугольные системы координат: WGS-84, ГСК-2011, СК-95, СК-42, ПЗ90.11.

Широта-Долгота: WGS-84, ГСК-2011, СК-95, СК-42.

Проекция Гаусса-Крюгера: ГСК-2011 (зоны 1..30), СК-95 (зоны 1..30), СК-42 (зоны 1..30).

Проекция UTM: WGS-84 (зоны 1..60, Северное полушарие)

Местные системы координат субъектов РФ: в программе заданы параметры более 100 местных систем координат, в том числе местные системы координат, приведенные в таблице 4.1

Встроенный в программу редактор систем координат (см. подробнее п.п. 5.1) позволяет добавлять пользовательские СК в указанных выше проекциях, а также выполнять локализацию.

Таблица 4.1 Местные СК, доступные по умолчанию

МСК-01 Республика Адыгея	МСК-32 Брянская область	МСК-59 Пермский край
МСК-02 Республика Башкортостан	МСК-33 Владимирская область от СК-63	МСК-61 Ростовская область
МСК-03 Республика Бурятия	МСК-33 Владимирская область от СК-95	МСК-60 Псковская область
МСК-04 Республика Алтай	МСК-34 Волгоградская область	МСК-62 Рязанская область
МСК-05 Республика Дагестан	МСК-35 Вологодская область	МСК-63 Самарская область
МСК-06 Республика Ингушетия	МСК-36 Воронежская область	МСК-64 Саратовская область
МСК-07 Кабардино-Балкарская Республика	МСК-37 Ивановская область	МСК-65 Сахалинская область
МСК-08 Республика Калмыкия	МСК-38 Иркутская область	МСК-66 Свердловская область
МСК-09 Республика Карачаево-Черкесия	МСК-39 Калининградская область	МСК-67 Смоленская область
МСК-10 Республика Карелия	МСК-40 Калужская область	МСК-68 Тамбовская область
МСК-11 Республика Коми	МСК-41 Камчатский край	МСК-69 Тверская область
МСК-12 Республика Марий	МСК-42 Кемеровская область	МСК-70 Томская область
МСК-13 Республика Мордовия	МСК-43 Кировская область	МСК-71 Тульская область
МСК-14 Республика Саха (Якутия)	МСК-44 Костромская область	МСК-71.1 Тульская область на базе СК-95
МСК-15 Северная Осетия - Алания	МСК-45 Курганская область	МСК-72 Тюменская область 3 град.
МСК-16 Республика Татарстан	МСК-46 Курская область	МСК Тюменской области, 1.5 град.
МСК-18 Удмуртская Республика	МСК-47 Ленинградская область	МСК-72 Тюменская область 6 град.
МСК-20 Чеченская Республика	МСК-48 Липецкая область	МСК-73 Ульяновская область
МСК-21 Чувашская Республика	МСК-49 Магаданская область	МСК-74 Челябинская область
МСК-22 Алтайский край	Система координат г. Москва (МГТТ)	МСК-75 Забайкальский край
МСК-23 Краснодарский край	МСК-50 Москва и Московская область	МСК-76 Ярославская область
МСК-24 Красноярский край	МСК-51 Мурманская область	МСК-83 Ненецкий автономный
МСК-25 Приморский край	МСК-52 Нижегородская область	МСК-83 Ненецкий автономный округ 6 град.
МСК-26 Ставропольский край	МСК-53 Новгородская область	МСК-86 Ханты-Мансийский автономный округ — Югра
МСК-27 Хабаровский край	МСК-54 Новосибирская область	МСК-87 Чукотский автономный
МСК-28 Амурская область	МСК-55 Омская область	Местная система координат г. Бердск
МСК-29 Архангельская область	МСК-56 Оренбургская область	Местная система координат п. Искитим
МСК-30 Астраханская область	МСК-57 Орловская область	Местная система координат г. Новосибирск
МСК-31 Белгородская область	МСК-58 Пензенская область	МСК-1964 Санкт-Петербург

4.4 Поддерживаемые системы высот (модели геоидов)

Модели геоида, поддерживаемые RedStar GNSS представлены в виде регулярных сеток, в узлах которых содержатся значения аномалий высот (превышений над эллипсоидом WGS-84) геоида или квазигеоида. Сетки

строятся с заданным шагом (от 1° до $5'$ и точнее), и чем выше детальность модели, тем меньше шаг сетки. При использовании регулярных сеток, аномалии геоида вычисляются линейной интерполяцией внутри ячейки, в которую попадают широта и долгота переводимого пункта.

Список моделей геоидов может быть расширен путем добавления в папку *Data\Geoids* новых моделей в формате *.gzf. Такие модели доступны, например, на сайте ICGEM института GFZ Potsdam <http://icgem.gfz-potsdam.de>. Загрузка моделей в виде регулярных сетей с заданной детальностью доступна в разделе «Regular grids», как показано на рисунке 4.5.

Рисунок 4.5

4.5 Поддерживаемые форматы данных ГНСС

Версия программы 1.0 поддерживает импорт ГНСС-измерений из формата RINEX версий 2.x, 3.x. В дальнейшем планируется добавление автоматической конвертации в этот формат данных ГНСС-измерений, полученных различными приемниками. Поддерживаемые форматы ГНСС-измерений приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 Поддерживаемые форматы ГНСС-измерений

Тип данных	Расширения	Примечания
файлы измерений RINEX 2.x, 3.0..3.3	*.??o	символам ?? соответствуют две последние цифры года файла измерений ГНСС, например, измерениям, сделанным в 2024 году, соответствует расширение *.24o
файлы навигации RINEX 2.x, 3.0..3.3	*.??n, *.??g, *.??c, *.??l, *.??i, *.??j	Файлы подгружаются автоматически при импорте файла измерений по общему имени или могут быть добавлены вручную для загруженных сеансов измерений
файлы измерений и навигации RINEX 3.4+	*.gnx	Файлы измерений загружаются автоматически. Файлы навигации необходимо добавить вручную для загруженных сеансов измерений
сжатые файлы измерений RINEX Hatanaka	*.cix	Должны быть конвертированы в *.gnx (автоматическая конвертация – соответствующее меню во вкладке «Инструменты»)
Точные орбиты спутников sp3	*.sp3	Данные используются для обработки методом PPP. Точные орбиты могут быть также использованы для повышения точности обработки относительным и абсолютным методом
Поправки к часам спутников	*.clk	
Архивы гео-данных GZ	*.gz	Для распаковки используйте соответствующее меню во вкладке «Инструменты»

4.6 Поддерживаемые форматы прочих данных

Программа поддерживает также различные форматы данных на импорт и экспорт. Подробности даны в таблице 4.3.

Таблица 4.3 Поддерживаемые форматы импорта и экспорта данных

Тип данных	Расширения	Тип поддержки	Примечания
Текстовые файлы и таблицы	*.txt, *.csv	Импорт	Таблицы координат базовых станций в произвольном текстовом формате
		Экспорт	Отчеты программы
Файлы Интернет-страниц	*.html	Экспорт	Отчеты программы
Текстовые файлы отчетов RTKLib	*.pos	Экспорт	Отчеты (протоколы обработки измерений) для опытных пользователей
Электронные таблицы Microsoft Excel	*.xls, *.xlsx	Импорт	Таблицы координат базовых станций
Формат картографической информации Google Earth KML	*.kml	Экспорт	Форматы, поддерживаемые для экспорта данных для дальнейшей работы в стороннем ПО
Формат данных GPS eXchange	*.gpx	Экспорт	
Формат программ Surfer	*.bln	Экспорт	
Архивы данных Asphyre ASDB	*.asdb	Импорт, экспорт	Формат используется для хранения растровых геопривязанных подложек (карт, космоснимков)
Сетка ундуляций модели геоида с сайта института GFZ Postdam	*.gfz	Импорт	Текстовый формат модели геоида, который может быть подгружен в папку <i>Data\Geoids\</i> для использования в программе

5 Выполнение действий в ПО RedStar GNSS

5.1 Создание проекта

Для создания нового проекта необходимо в окне «Главное меню» нажать кнопку «Создать проект» (рисунок 5.1). Также это действие может быть вызвано из строки меню главного окна программы *Проект > Новый проект* или нажатием одноименной кнопки окна действий.

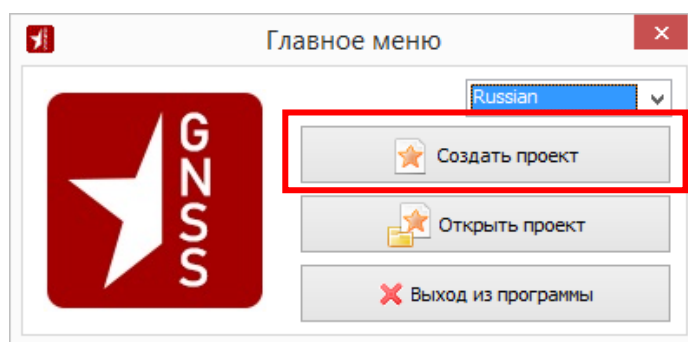


Рисунок 5.1

Далее необходимо задать имя проекта и указать путь для хранения проекта в соответствующих полях окна «Новый проект» (рисунок 5.2).

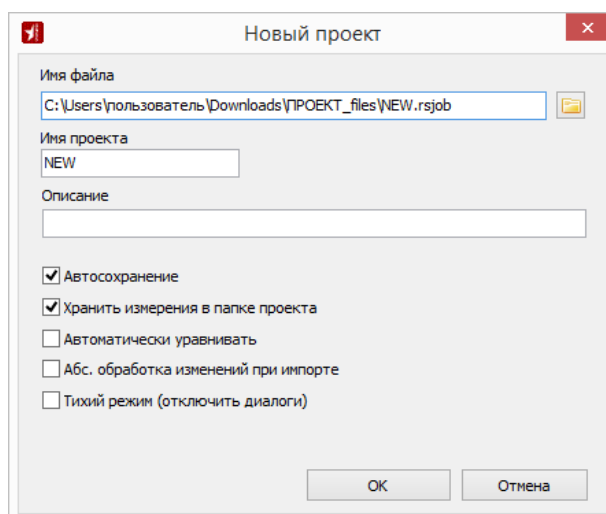


Рисунок 5.2

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае если проект уже создан, необходимо нажать вкладку «Папка», и выбрать проект для загрузки.

В этом же окне задаются главные настройки проекта выбором соответствующих флажков:

- опция автосохранения проекта (проект будет сохраняться автоматически при внесении изменений);
- хранение измерений в папке проекта (файлы ГНСС-измерений будут копироваться в рабочую папку проекта; иначе – будут использоваться исходные расположения этих файлов);
- автоматическое уравнивание (запуск уравнивания автоматически после любых изменений объектов сети);
- абсолютная обработка при импорте (каждый импортируемый файл автоматически обрабатывается на этапе загрузки в проект);
- «Тихий» режим (программа выдает минимум диалогов и уведомлений).

Далее выбрать систему координат проекта (рисунок 5.3).

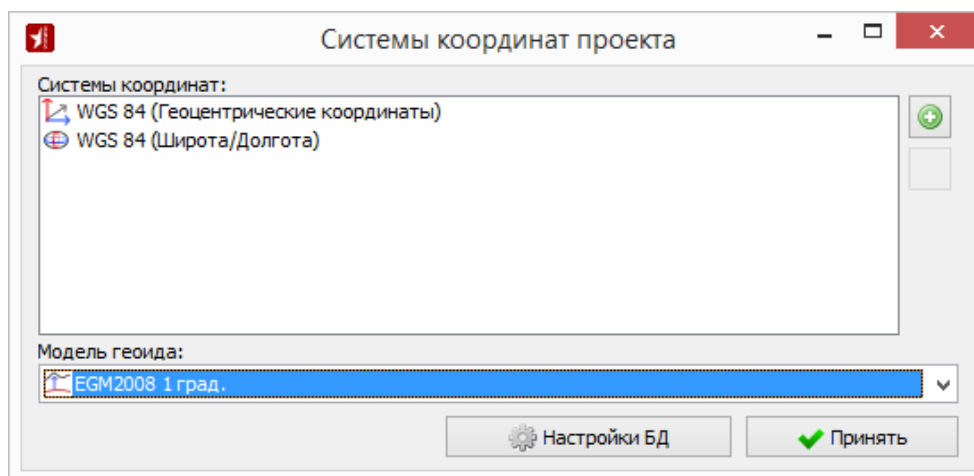


Рисунок 5.3

По умолчанию в проект добавлены только глобальные варианты (пространственные координаты и широта/долгота) системы WGS-84. Нажав

кнопку  в проект можно добавить системы координат из базы данных программы (рисунок 5.4).

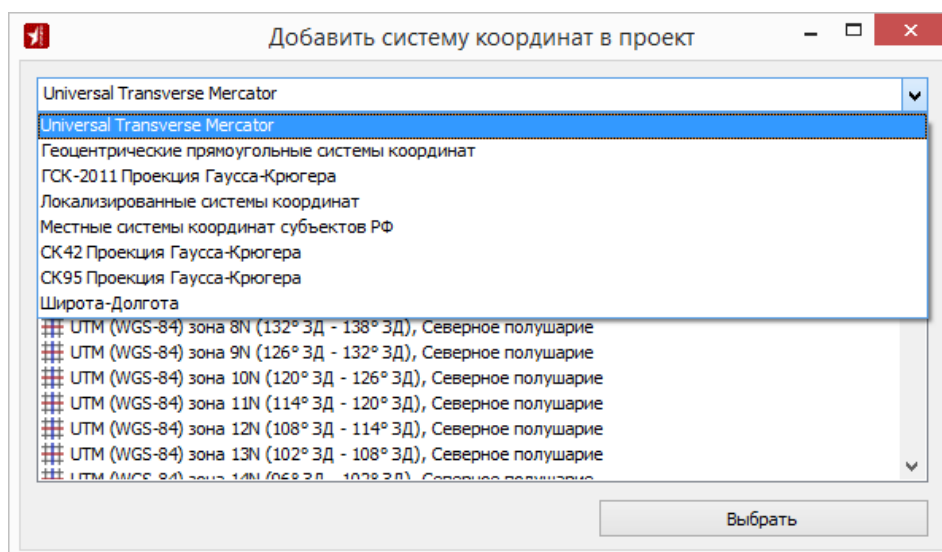


Рисунок 5.4

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае добавления новой системы координат нужно нажать кнопку «Настройка БД», перейдя в специальный режим (рисунок 5.5).

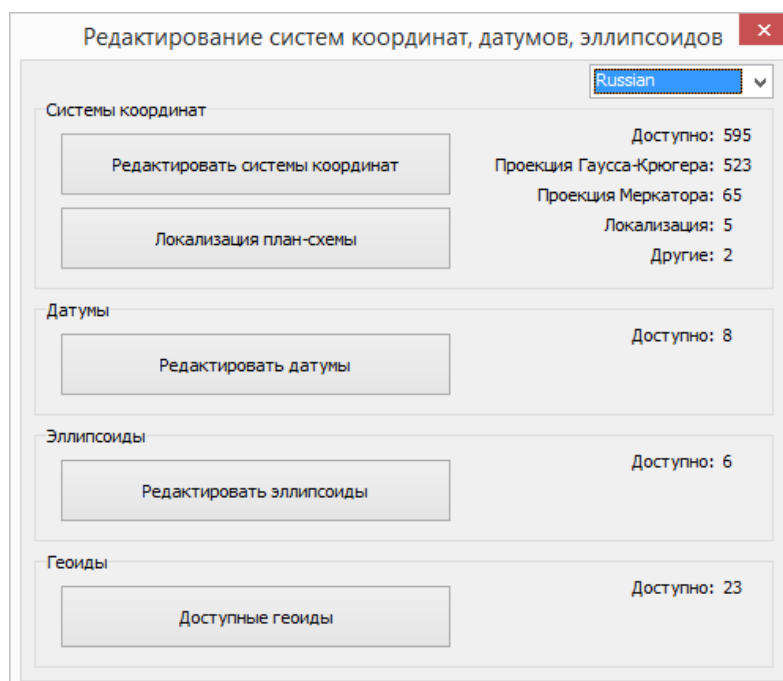


Рисунок 5.5

При необходимости пользователь может выполнить редактирование систем координат, датумов, эллипсоидов и геоидов. Интерфейс добавления/редактирования системы координат показан на рисунке 5.6. Аналогичным образом задаются параметры датума и эллипсоида.

Редактирование систем координат

Местные системы координат субъектов РФ

- MSK-01 Республика Адыгея зона 1
- MSK-01 Республика Адыгея зона 2
- MSK-01 Республика Адыгея ГОСТ 51794-2008 зона 1
- MSK-01 Республика Адыгея ГОСТ 51794-2008 зона 2
- MSK-02 Республика Башкортостан зона 1
- MSK-02 Республика Башкортостан зона 2
- MSK-02 Республика Башкортостан ГОСТ 51794-2008 зона 1
- MSK-02 Республика Башкортостан ГОСТ 51794-2008 зона 2**
- MSK-03 Республика Бурятия зона 1
- MSK-03 Республика Бурятия зона 2
- MSK-03 Республика Бурятия зона 3
- MSK-03 Республика Бурятия зона 4
- MSK-03 Республика Бурятия зона 5
- MSK-03 Республика Бурятия зона 6
- MSK-03 Республика Бурятия зона 7
- MSK-04 Республика Алтай зона 1
- MSK-04 Республика Алтай зона 2
- MSK-05 Республика Дагестан
- MSK-05 Республика Дагестан ГОСТ 51794-2008
- MSK-06 Республика Ингушетия
- MSK-07 Кабардино-Балкарская Республика
- MSK-08 Республика Калмыкия зона 1
- MSK-08 Республика Калмыкия зона 2
- MSK-08 Республика Калмыкия зона 3
- MSK-08 Республика Калмыкия ГОСТ 51794-2008 зона 1
- MSK-08 Республика Калмыкия ГОСТ 51794-2008 зона 2
- MSK-08 Республика Калмыкия ГОСТ 51794-2008 зона 3
- MSK-09 Республика Карачаево-Черкесия
- MSK-10 Республика Карелия зона 1
- MSK-10 Республика Карелия зона 2
- MSK-11 Республика Коми зона 1

Уникальное имя: MSK02_GOST08-2

Название: MSK-02 Республика Башкортостан ГОСТ 51794-2008 зона 2

Имя файла: Data\Coordinate Systems\MSK02_GOST08-2.txt

Категория: Местные системы координат субъектов РФ

Датум: SK-42 (для МСК) ...

Тип проекции: Проекция Гаусса-Крюгера ☐ Локализация

Параметры:

Начальный меридиан:	58.033333333333
Начальная широта:	0
Масштаб:	1
Смещение на Восток:	2300000
Смещение на Север:	-5409414.7

Создать Сохранить изменения Удалить Сброс

Рисунок 5.6

ПРИМЕЧАНИЕ. Каждая система координат должна базироваться на мужествующем датуме, которому должен быть присвоен эллипсоид с заданными параметрами. В силу того, что программа использует СК WGS-84 для расчетов, создаваемый датум должен иметь параметры связи с другими заданными датумами, хотя бы одним. Цепочку перехода к WGS-84 программа находит рекурсивно автоматически.

Кроме того, программа позволяет выполнить локализацию по известным координатам точек в определяемой СК и любой системе координат из базы данных программы (рисунок 5.7).

Локализация план-схем

СК с заданным исходным датумом

Широта-Долгота

WGS 84 (Широта/Долгота)

Имя	Широта В, °	Долгота L, °	Высота, м
201	55° 07' 38.9539"	82° 54' 48.3419"	0.000
202	55° 07' 39.1283"	82° 54' 49.8637"	0.000
203	55° 07' 38.1770"	82° 54' 50.1957"	0.000
204	55° 07' 38.0027"	82° 54' 48.6739"	0.000
1	55° 07' 36.3203"	82° 54' 51.0423"	0.000
2	55° 07' 36.5870"	82° 54' 50.9861"	0.000
3	55° 07' 36.5299"	82° 54' 50.1351"	0.000
4	55° 07' 36.7434"	82° 54' 50.2041"	0.000

СК с определяемыми параметрами локализации

План-схема (локальная прямоугольная СК)

Левая ориентация осей

Имя	X, м	Y, м	Z, м
201	498 876.352	4 197 733.687	0
202	498 881.427	4 197 760.714	0
203	498 851.943	4 197 766.252	0
204	498 846.867	4 197 739.224	0
1	498 794.350	4 197 780.580	0
2	498 802.61	4 197 779.68	0
3	498 801.02	4 197 764.58	0
4	498 807.610	4 197 765.88	0

Настройки локализации

Метод: Плоская 2D-локализация + сдвиг по высоте

Допуск контроля, м: 0.01

☒ Одинаковый масштаб ☒ Промежуточная проекция

☒ Одинаковая высота

Далее >>

Вычислить параметры локализации

Вкл.	Имя	Широта В, °	Долгота L, °	Высота, м	X, м	Y, м	Z, м	dX	dY	dH
☒	201	55° 07' 38.9539"	82° 54' 48.3419"	0.000	498 876.352	4 197 733.687	0	0.009	-0.004	0.000
☒	202	55° 07' 39.1283"	82° 54' 49.8637"	0.000	498 881.427	4 197 760.714	0	0.009	0.001	0.000
☒	203	55° 07' 38.1770"	82° 54' 50.1957"	0.000	498 851.943	4 197 766.252	0	0.003	0.003	0.000
☒	204	55° 07' 38.0027"	82° 54' 48.6739"	0.000	498 846.867	4 197 739.224	0	-0.001	-0.003	0.000
☒	1	55° 07' 36.3203"	82° 54' 51.0423"	0.000	498 794.350	4 197 780.580	0	-0.014	0.007	0.000
☒	2	55° 07' 36.5870"	82° 54' 50.9861"	0.000	498 802.61	4 197 779.68	0	-0.011	0.006	0.000
☒	3	55° 07' 36.5299"	82° 54' 50.1351"	0.000	498 801.02	4 197 764.58	0	-0.012	0.002	0.000
☒	4	55° 07' 36.7434"	82° 54' 50.2041"	0.000	498 807.610	4 197 765.88	0	-0.008	0.002	0.000
☒	5	55° 07' 36.8922"	82° 54' 48.8579"	0.000	498 812.49	4 197 742.08	0	-0.008	-0.004	0.000
☒	6	55° 07' 39.9597"	82° 54' 47.6776"	0.000	498 907.59	4 197 722.28	0	0.015	-0.008	0.000
☒	7	55° 07' 40.2120"	82° 54' 49.4276"	0.000	498 915.03	4 197 753.38	0	0.019	0.000	0.000

Итоговая погрешность, м:

dX: 0.011 dY: 0.004 dH: 0.000

☐ По всем ☒ Только вкл.

☐ Вычислить изолированные погрешности

Сохранить параметры локализации

Выход

Рисунок 5.7

После того как были выбраны системы координат проекта, его создание окончено и программа переходит к работе в нем. В дальнейшем настройки могут быть отредактированы. Это действие может быть вызвано из строки меню главного окна программы *Проект > Настройки проекта* или нажатием одноименной кнопки окна действий (рисунок 5.8).

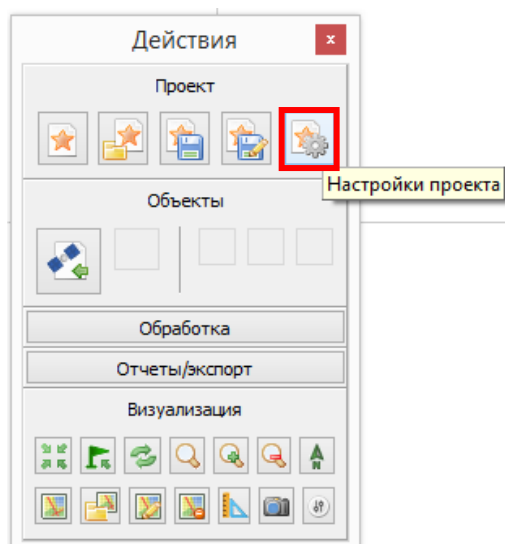


Рисунок 5.8

5.2 Загрузка существующего проекта

Для загрузки существующего проекта необходимо в окне «Главном меню» нажать вкладку «Открыть проект» (рисунок 5.9). Также это действие может быть вызвано из строки меню главного окна программы *Проект > Открыть проект* или нажатием одноименной кнопки окна действий.

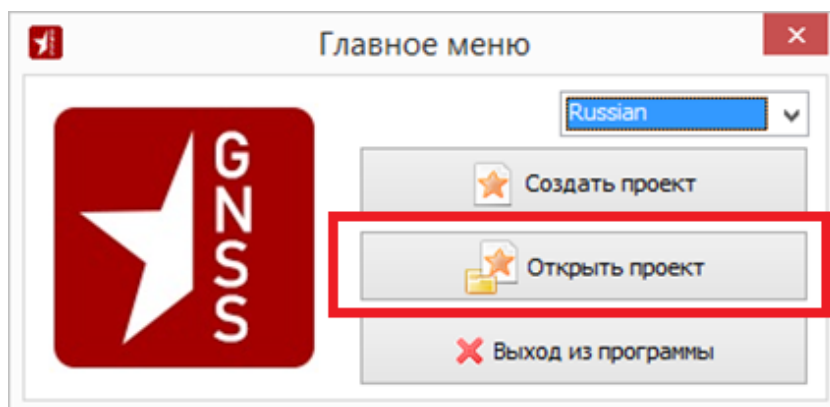


Рисунок 5.9

При этом будет выведен список проектов, в которых на данном персональном компьютере выполнялись работы в порядке убывания дат. Из

этого списка может быть выбран интересующий проект (двойным кликом мыши или нажатием «Открыть», рисунок 5.10).

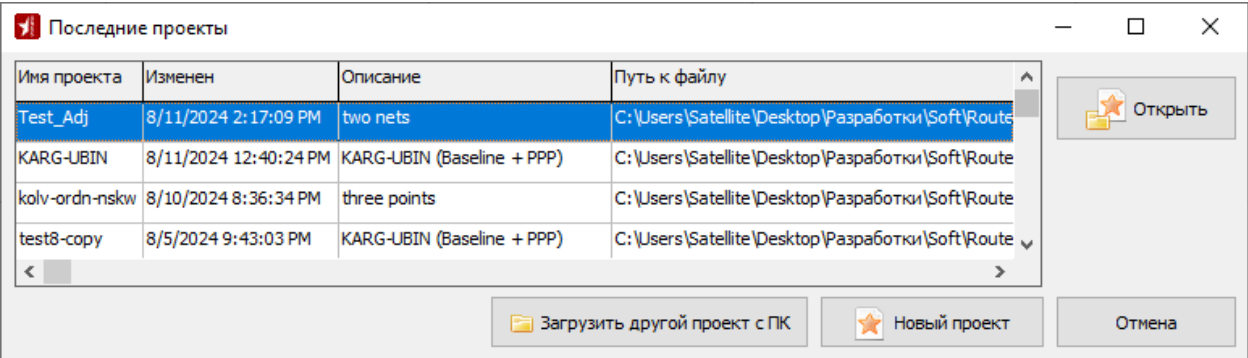


Рисунок 5.10

Если интересующий проект отсутствует в списке, необходимо нажать кнопку «Загрузить другой проект с ПК», и выбрать файл в формате *.rsjob проекта в диалоге открытия файла.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если проект необходимо удалить из списка последних открытых проектов, это можно сделать через контекстное меню нажатием правой кнопки мыши по элементу списка (рисунок 5.11).

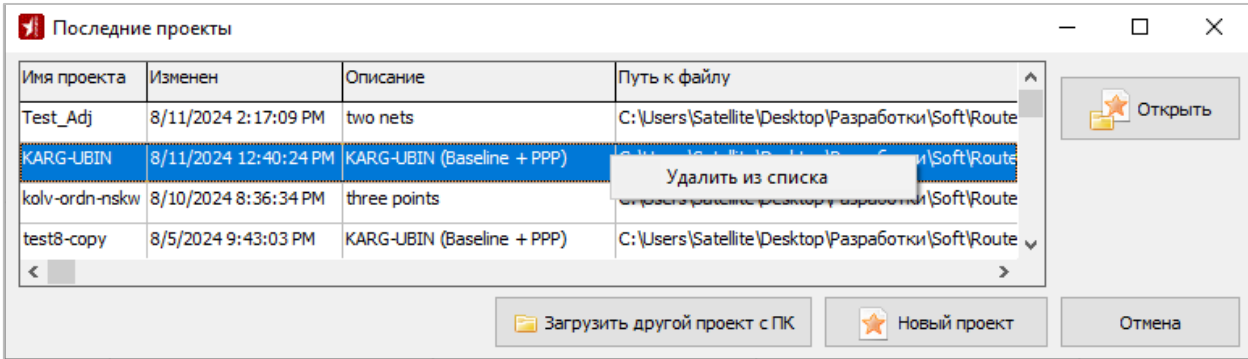


Рисунок 5.11

5.3 Импорт ГНСС-измерений

Для импорта ГНСС-измерений в текущий проект необходимо в строке меню главного окна выбрать: *Объекты > Импорт ГНСС измерений из RINEX* или нажать одноименную кнопку окна действий (рисунок 5.12).

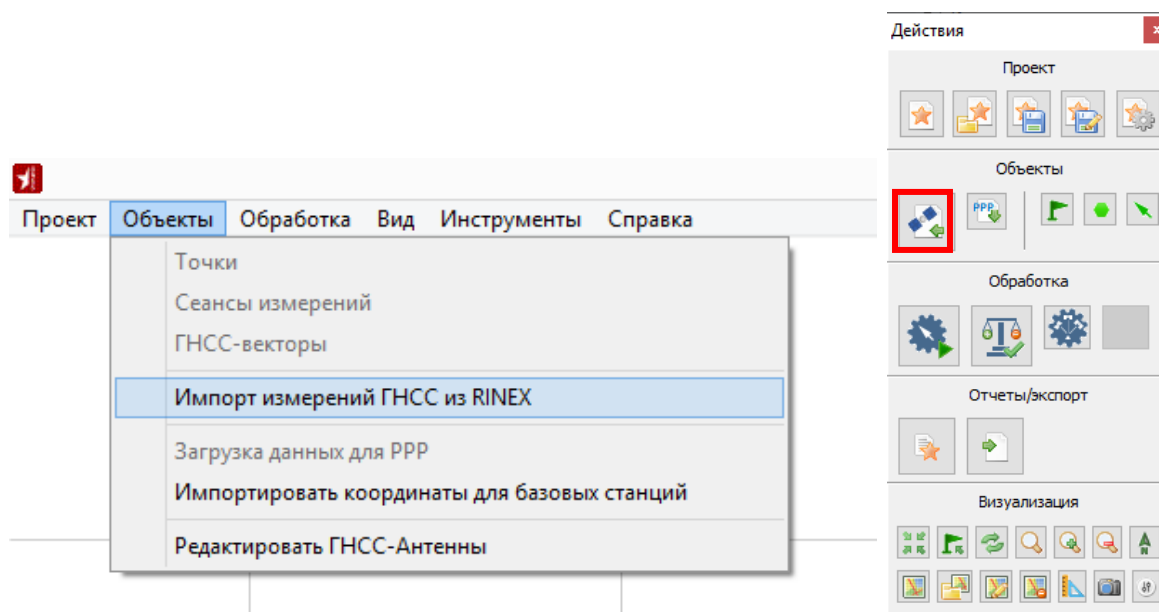


Рисунок 5.12

ПРИМЕЧАНИЕ. Программное обеспечение RedStar GNSS поддерживает формат RINEX версии 2.x и 3.x (не выше 3.4).

При импорте может быть выбрано несколько файлов за один раз. Навигационные файлы RINEX подгружаются автоматически.

5.4 Импорт данных для PPP

Для загрузки данных для PPP необходимо в окне «Главном меню» нажать вкладку «Загрузка данных для PPP» (рисунок 5.13).

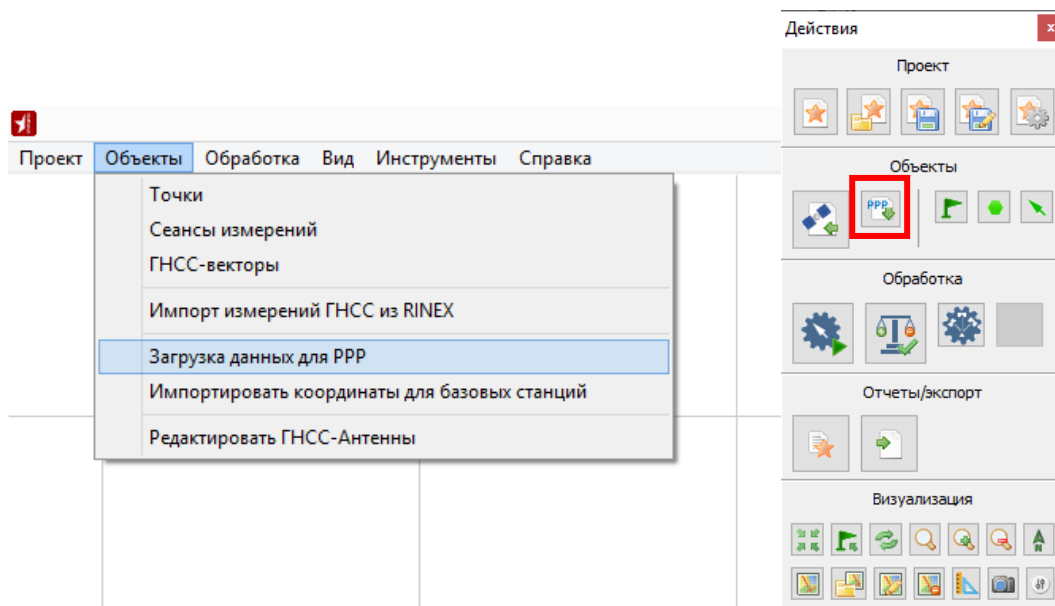


Рисунок 5.13

Далее загрузка данных может быть выполнена как для загруженных файлов с ПК, так и автоматически из Интернета, с серверов европейского космического агентства ESA, в зависимости от выбранного пункта контекстного меню (рисунок 5.14).

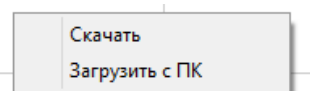


Рисунок 5.14

При автоматической загрузке ПО RedStar GNSS скачивает два вида файлов: точные эфемериды в формате *.sp3 и поправки к часам спутников в формате *.clk. После выполнения скачивания появятся диалоговые окно, сообщающие о том, что измерений загружены и добавлены к сеансам измерений (рисунок 5.15).

Эти же форматы поддерживаются при импорте с ПК, если файлы заранее скачаны или получены из другого источника.

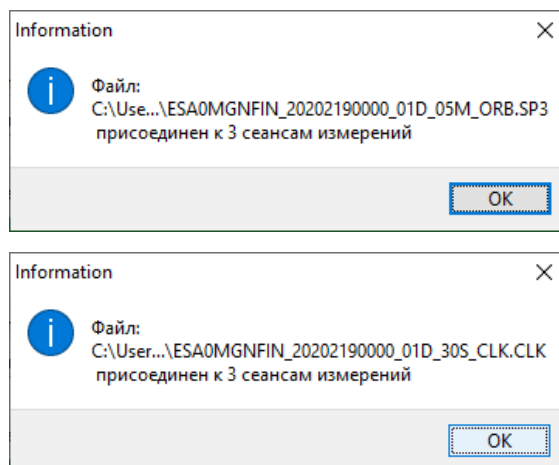


Рисунок 5.15

ПРИМЕЧАНИЕ. Рекомендуется загружать указанные файлы после того, как необходимые сеансы измерений уже импортированы. Позже файлы могут быть присоединены к конкретным сеансам измерений в настройках, рассмотренных в п. 5.6 «Настройка сеансов измерений»

5.5 Импорт координат БС

Для импорта каталога координат базовых станций необходимо в строке меню главного окна выбрать: *Объекты > Импортировать координаты базовых станций* (рисунок 5.16).

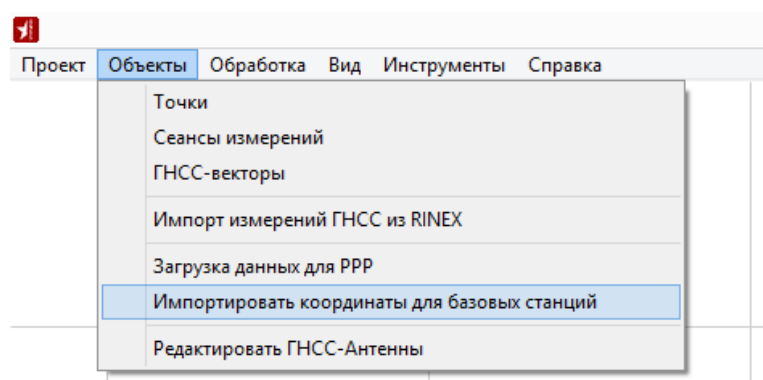


Рисунок 5.16

Далее в окне диалога открытия файлов выбрать подготовленный файл в формате *.txt. Файл должен содержать текстовую таблицу с именами точек и их координатами в заданной СК. При этом между столбцами должен быть единый общий разделитель. Пример текстового файла для прямоугольной геоцентрической СК WGS-84 показан на рисунке 5.17.

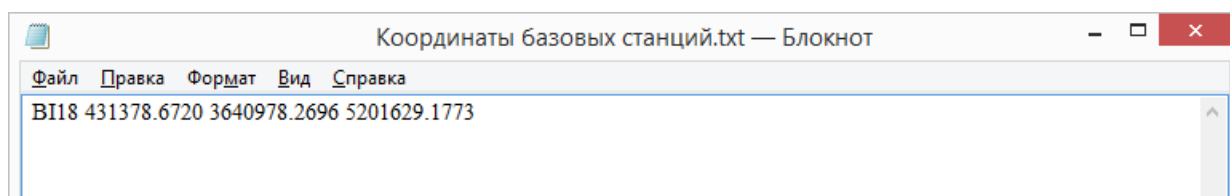


Рисунок 5.17

Далее необходимо задать настройки открываемого файла (рисунок 5.18), после чего нажать кнопку «Открыть».

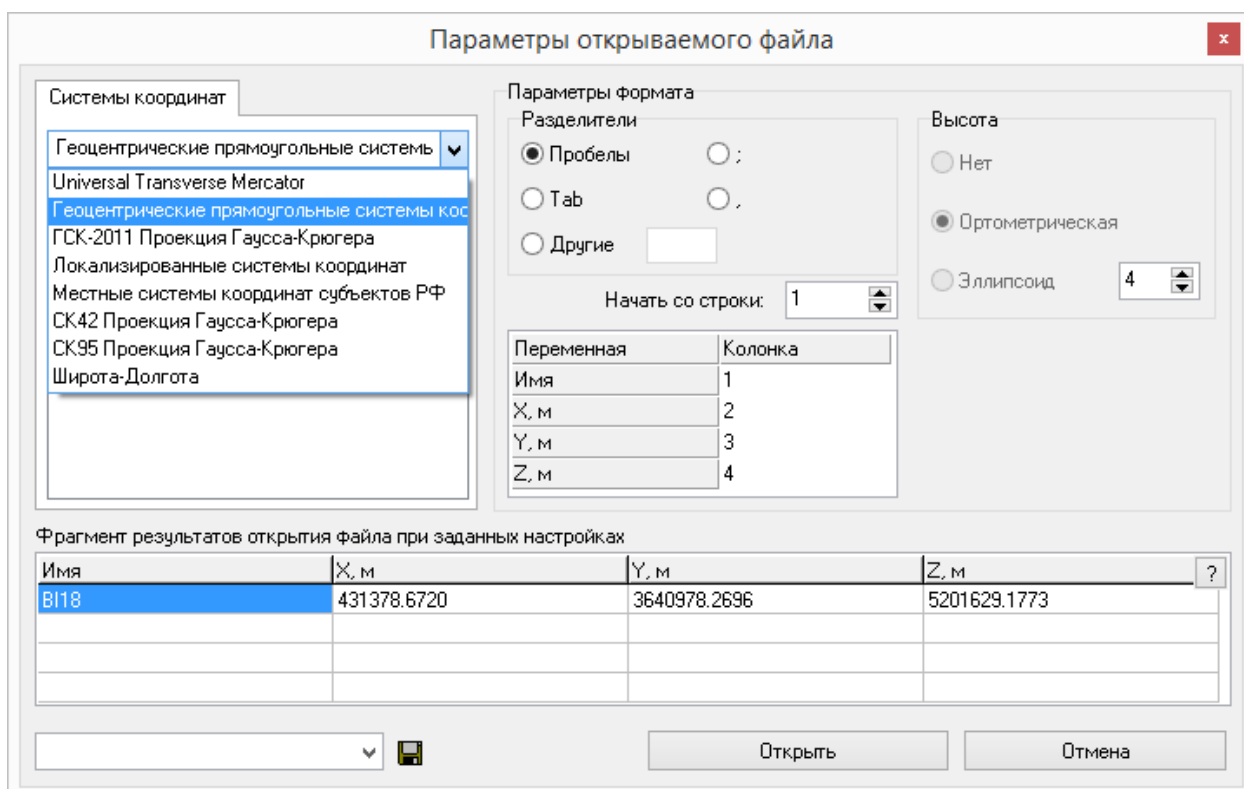


Рисунок 5.18

В окне настроек импорта задается система координат, разделители столбцов, начальная строка (например, чтобы пропустить шапку таблицы или описание), соответствие данных номерам столбцов и тип высоты. Если указанный формат планируется использовать и далее, он может быть сохранен как шаблон и позднее выбран снова (рисунок 5.19).



Рисунок 5.19

Если в проекте имеются точки с совпадающим именем, программа предложит автоматически задать им импортированные координаты (рисунок 5.20).

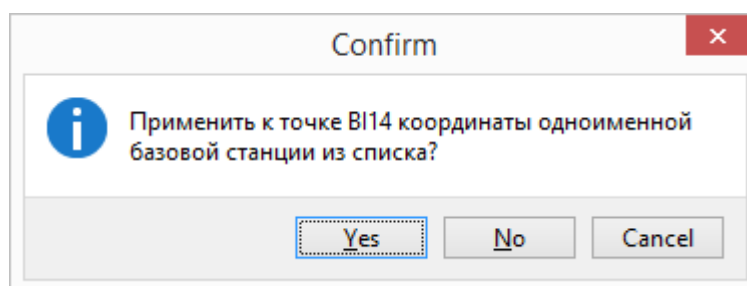


Рисунок 5.20

5.6 Настройка сеанса измерений

В соответствие с иерархией, рассмотренной в главе 4, базовым уровнем для точек измерений и векторов ГНСС являются сеансы измерений. Каждый сеанс соответствует одному импортированному файлу измерений ГНСС.

Сеанс измерений может быть выбран из окна объектов, окна редактирования точки (см. подробнее п.п. 5.7), из главного меню *Объекты > Сеансы измерений*, или из контекстного меню, вызываемого из окна действий (рисунок 5.21)

После выбора конкретного сеанса измерений (или всех сеансов измерений выбранной точки), открывается окно «Настройка сеанса измерений ГНСС» (рисунок 5.22).

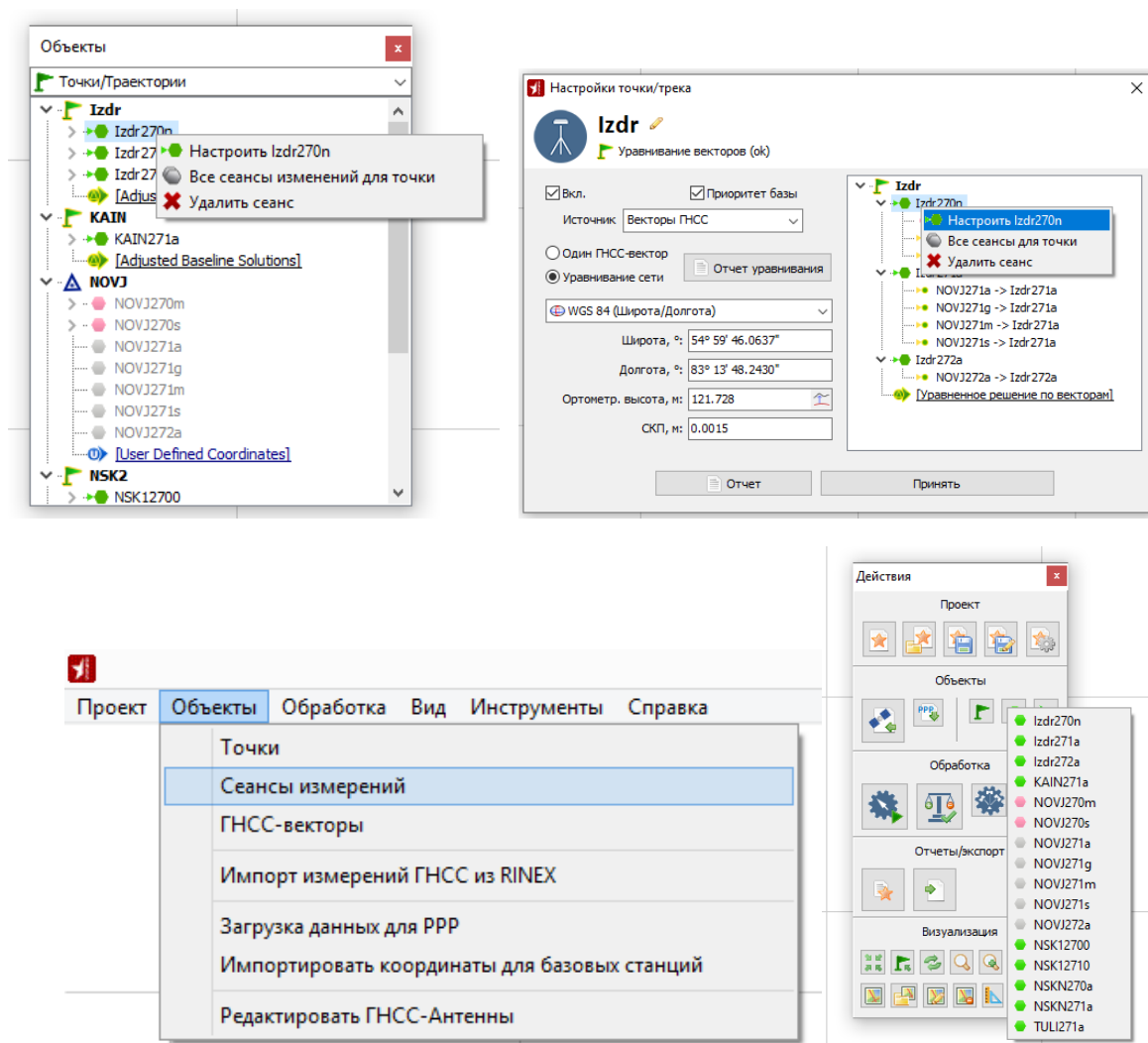


Рисунок 5.21

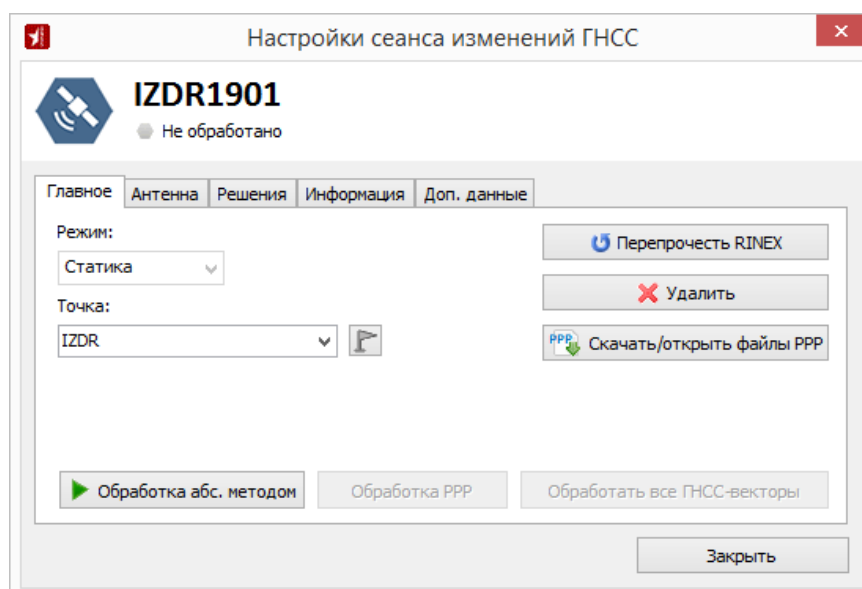


Рисунок 5.22

Во вкладке «Главное» выполняется выбор режима измерений (в версии 1.0 доступна только статика), может быть вызвано повторное открытие файла RINEX, выполнено удаление сеанса из проекта, вызвана обработка одним из доступных методов и прикрепление к сеансу файлов, необходимых для обработки методом PPP аналогично рассмотренному в п.п 5.4.

ПРИМЕЧАНИЕ. В этом окне также может быть изменена принадлежность сеанса измерений определенной точке. Если задается имя точки, которая не встречается в проекте – программа автоматически создает точку с таким именем.

Во вкладке окне «Антенна» осуществляется выбор ГНСС-антенны, ввод высоты установки антенны и ее сдвига по осям север/восток относительно точки (рисунок 5.23). Также может быть выбран тип измеряемой высоты антенны с рисунком-пояснением.

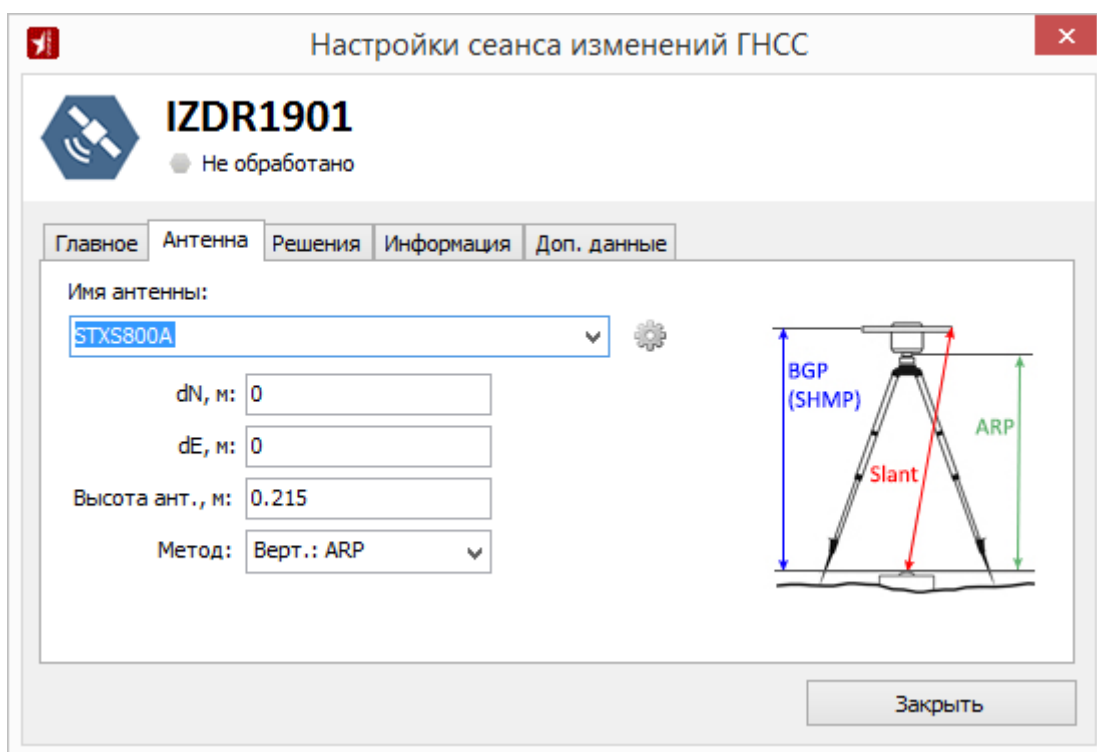


Рисунок 5.23

В зависимости от наличия антенны в БД программы, цвет шрифта в поле выбора «Имя антенны» будет подсвечено черным (в наличии) или серым (отсутствие) цветом шрифта (рисунок 5.24).



Рисунок 5.24

Для изменения параметров антенны или создания новой модели антенны необходимо нажать кнопку . В открывшемся окне могут быть отредактированы параметры антенны – сдвиги фазовых центров L1 и L2 GPS, вариации фазового центра, размеры и высоту основания (для правильного расчета наклонной высоты) и прочее (рисунок 5.25)

Настройки антенны

Имя:

Описание:

Конструкция

Радиус антенны, мм:

Высота метки*, мм:

*от точки базовой точки ARP

Фазовый центр L1

dN, мм:

dE, мм:

dU, мм:

Вариации фазового центра:

Угол, °	Величина, мм
90	0.0
85	0.0
80	0.0
75	0.0

Фазовый центр L2

dN, мм:

dE, мм:

dU, мм:

Вариации фазового центра:

Угол, °	Величина, мм
90	0.0
85	0.0
80	0.0
75	0.0

Применить Отмена

Рисунок 5.25

Редактирование антенн также может быть вызвано из строки меню главного окна программы: *Объекты > Редактировать ГНСС антенны*. Параметры антенн могут быть взяты как от производителя, так и с сайтов, агрегирующих указанные величины, например Национальной геодезической службы США (<https://geodesy.noaa.gov/ANTCAL/>)

Во вкладке «Решения» окна редактирования сеансов измерений приведены результаты решений разными методами и доступные варианты обработки сеанса ГНСС-измерений (рисунок 5.26). По каждому решению может быть выведен индивидуальный отчет.

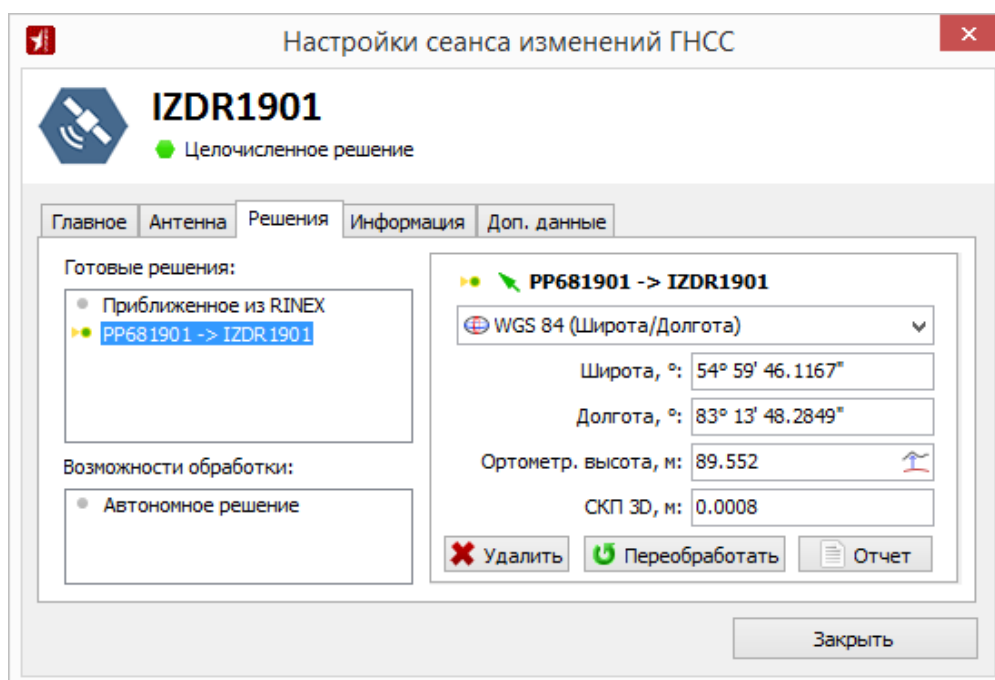


Рисунок 5.26

Во вкладке «Информация» приведены общие сведения о загруженном RINEX файле – время начала и завершения сеанса, имя файла, версия RINEX комментарии из заголовка и т.п. (рисунок 5.27).

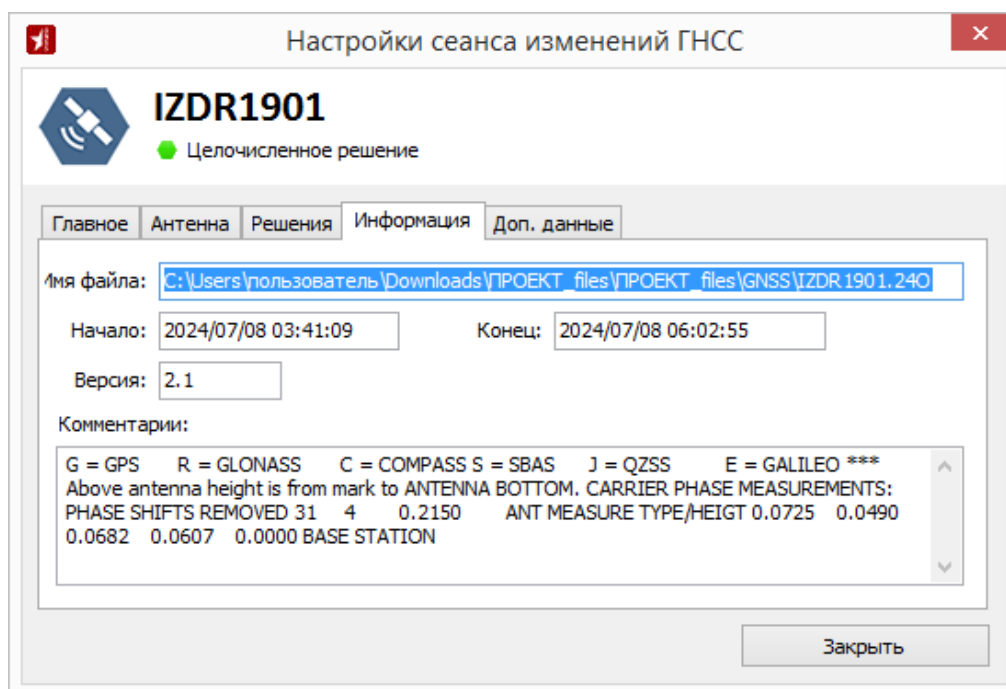


Рисунок 5.27

Во вкладке «Доп. данные» приведены сведения о загруженных файлах навигационных сообщений, а также о прикрепленных к данному сеансу файлах точных эфемерид и поправок часов спутников, необходимых для обработки методом PPP (рисунок 5.28).

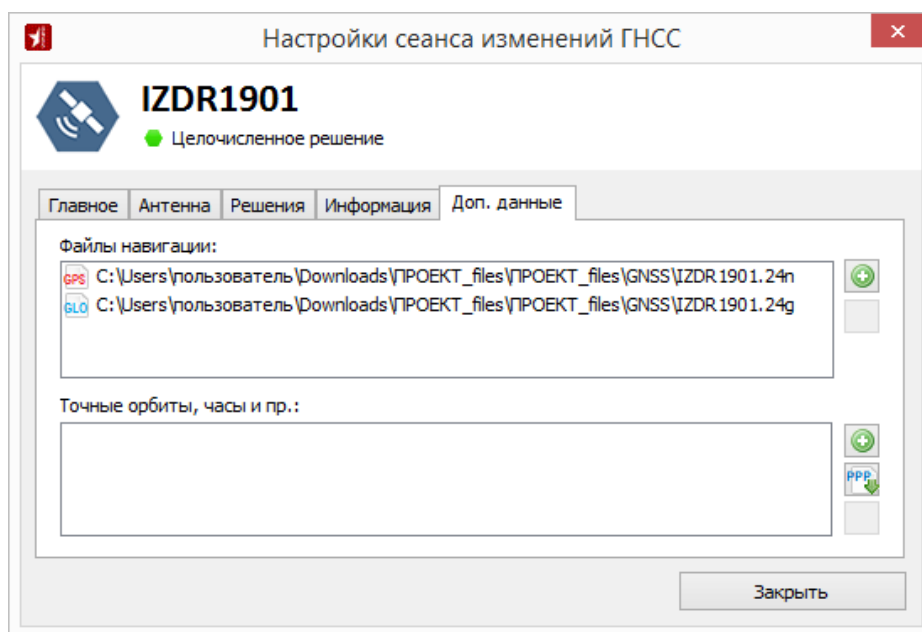


Рисунок 5.28

5.7 Настройка точки

Настройки каждой точки проекта (пункта ГНСС-измерений) могут вызываться несколькими способами: двойным кликом по точке на карте-схеме, из окна объектов (двойной клик или контекстное меню), из главного меню *Объекты > Точки*, или из контекстного меню, вызываемого из окна действий (рисунок 5.29)

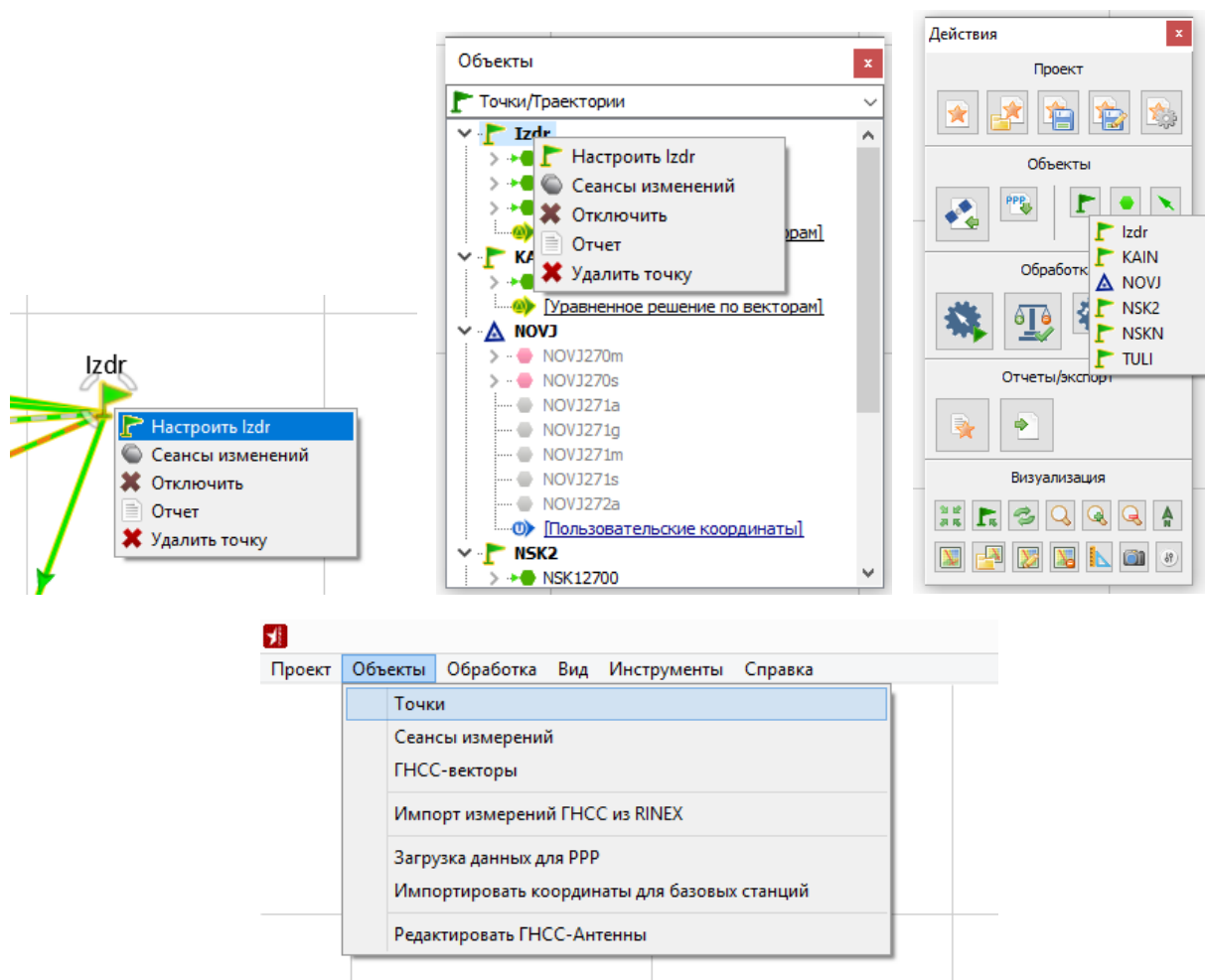


Рисунок 5.29

После выбора конкретной точки открывается диалоговое окно «Настройки точки/трека» (рисунок 5.30)

В данном окне отображается информация о выбранной точке, ее статус (включена/отключена), источник координат (из решения выбранным методом, из заголовка RINEX, введенные пользователем).

Кроме того, в данном окне могут быть заданы вручную координаты точки, если она является базовой станцией. Также точка может быть переименована нажатием кнопки  рядом с ее именем.

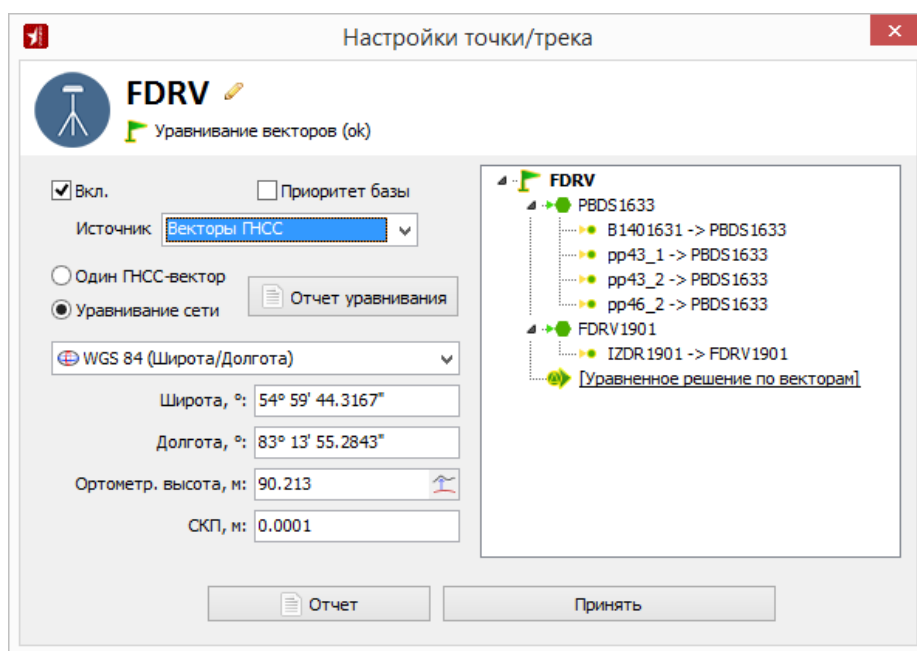


Рисунок 5.30

В правой части окна дано дерево иерархии для выбранной точки, элементы которого также интерактивны, как и окно «Объекты» (см. п.п. 3.3).

По каждой точке может быть выведен индивидуальный отчет.

5.8 Настройка вектора/группы векторов

Настройка ГНСС-векторов (векторов базовых линий) может так де вызываться несколькими способами: двойным кликом по вектору на карте-схеме, из окна объектов (двойной клик или контекстное меню), из главного меню *Объекты > ГНСС-векторы*, или из контекстного меню, вызываемого из окна действий (рисунок 5.31)

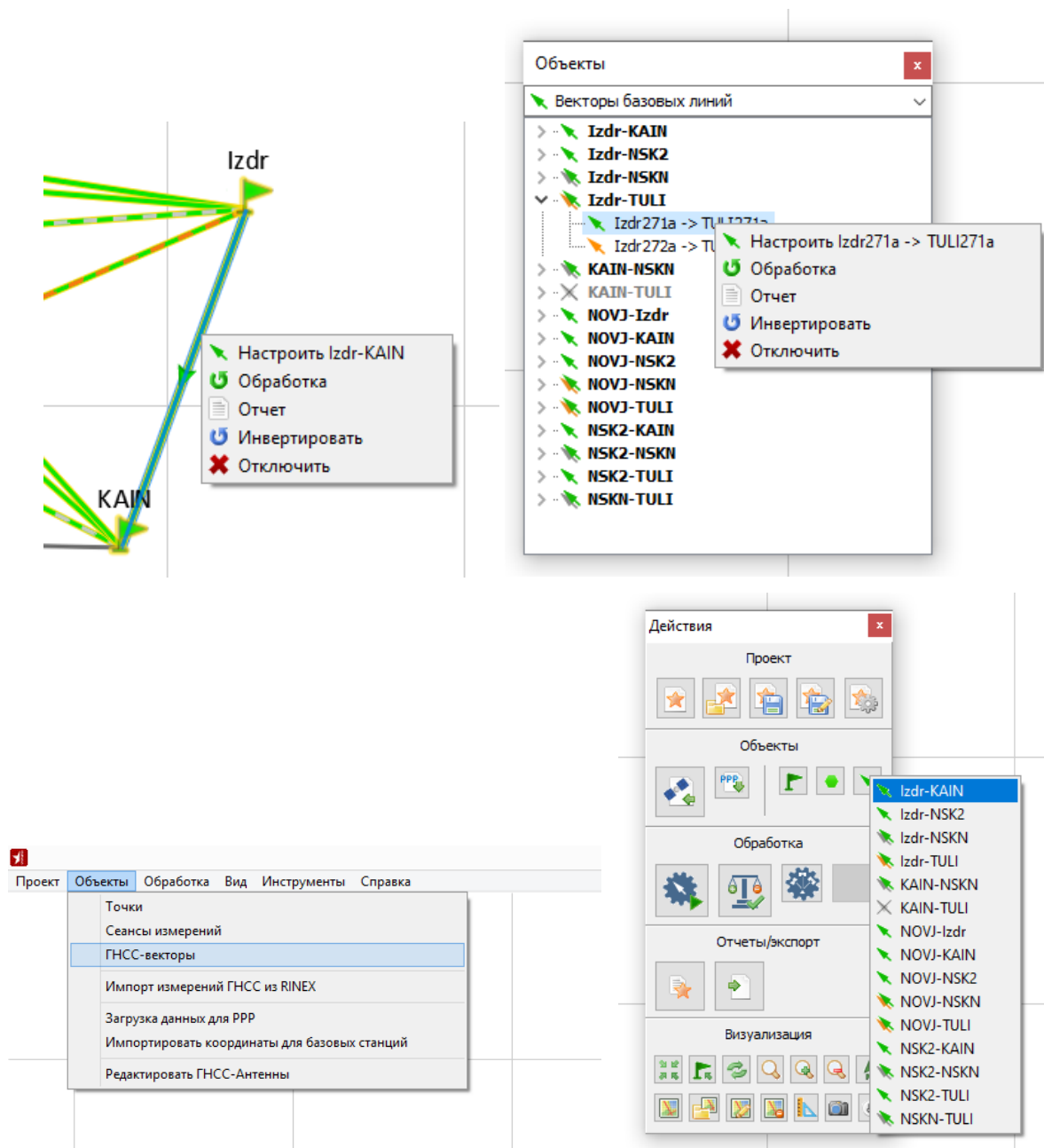


Рисунок 5.31

После выбора конкретного вектора открывается окно «Настройки ГНСС-вектора». Для единичного вектора и группы векторов окно будет иметь различный вид (рисунок 5.32).

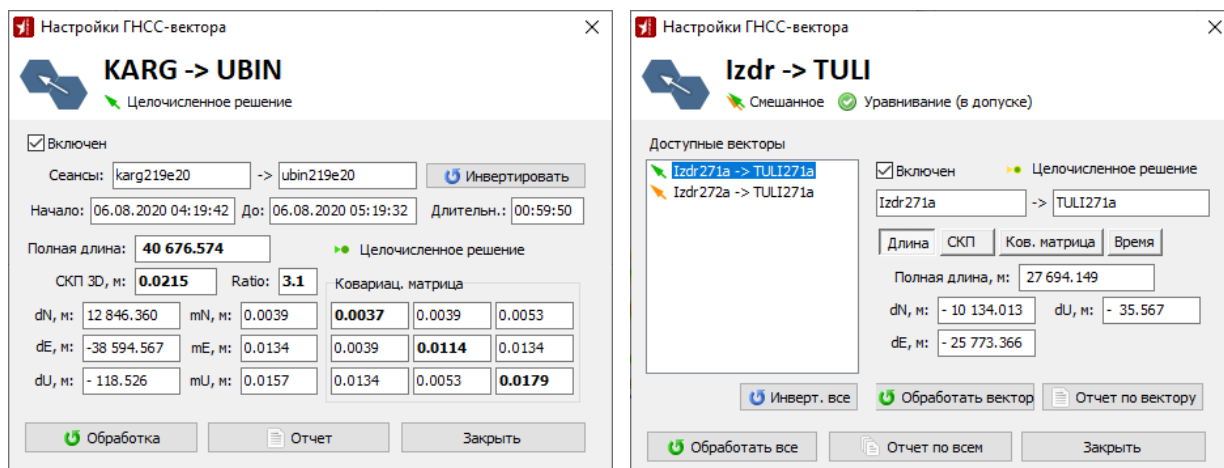


Рисунок 5.32

В данном окне вектор может быть включен или выключен из обработки и уравнивания, инвертирован, обработан, по нему может быть выдан индивидуальный отчет. Здесь же дана информация о результатах его обработки (длина, составляющие по осям север и восток топоцентрической СК и оценка точности в виде СКП и ковариационных матриц).

ПРИМЕЧАНИЕ. Величиной, характеризующей качество обработки ГНСС-вектора, помимо среднеквадратической погрешности является Ratio. Чем выше этот показатель, тем качественнее разрешение фазовой многозначности (для фиксированного решения этот показатель должен быть более 3.0)

5.9 Запуск обработки ГНСС-измерений

5.9.1 Обработка ГНСС-измерений абсолютным методом

Для обработки абсолютным методом необходимо наличие ГНСС-измерений, включающих в себя измеренную и навигационную информацию. Как правило, такие данные доступны непосредственно после выполнения ГНСС-измерений.

Вызвать обработку абсолютным методом можно из окна настройки сеанса измерений (см. п.п. 5.6), из строки меню главного окна программы *Обработка > Обработать точки абсолютным методом*, и из окна действий (рисунок 5.33).

Кроме того, данная обработка может выполняться автоматически при импорте файла ГНСС-измерений (см. п.п. 5.1).

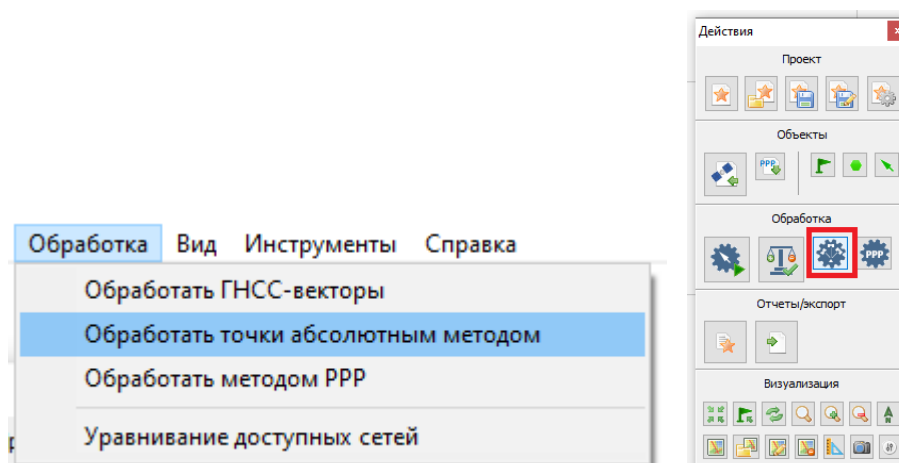


Рисунок 5.33

Если обработка вызывается пользователем, программа позволяет выбрать данные для обработки в специальном окне (рисунок 5.34).

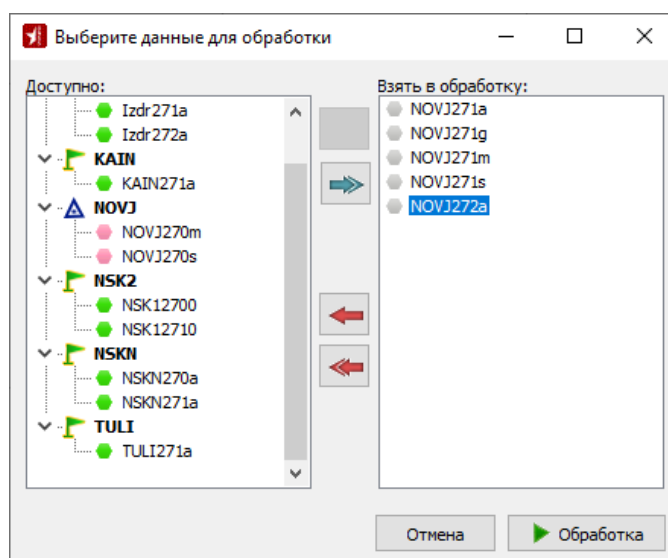


Рисунок 5.34

В левой части окна приведены все сеансы измерений, для которых доступна обработка (за исключением тех, что фигурируют в списке в правой части окна). В правой части окна – список сеансов измерений, подаваемых в обработку (автоматически в нем будут находиться сеансы измерений, ранее не обработанные данным методом). Пользователь может переносить данные из списка в список кнопками со стрелками, расположенными между списками, или двойным щелчком мыши.

Запуск обработки выполняется нажатием кнопки «Обработка». При этом открывается окно настройки обработки (рисунок 5.35).

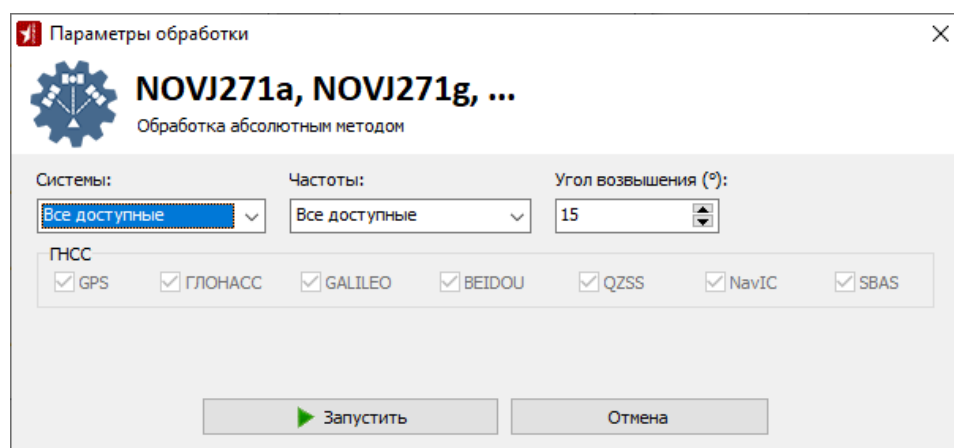


Рисунок 5.35

Настройки обработки абсолютным методом включают в себя:

- выбор используемых ГНСС (все доступные, GPS, ГЛОНАСС+GPS, только GPS, выбранные ГНСС/РНСС из поля флажков – ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Beidou, QZSS, NavIC, SBAS);
- выбор частот (все доступные, L1, L1+L2, L1+L2+L5);
- маска угла возвышения (0° ... 60°).

ПРИМЕЧАНИЕ. Маску угла возвышения рекомендуется указывать в диапазоне от 10° до 15° .

Запущенная обработка индицируется окном с индикатором прогресса (рисунок 5.36).

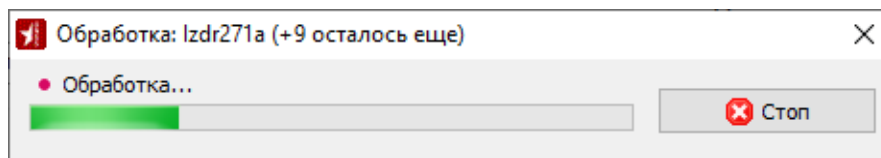


Рисунок 5.36

В заголовке окна указывается имя обрабатываемого сеанса и количество обработок в листе ожидания.

В окне помимо индикатора прогресса имеется строка с описанием текущего действия (загрузка, обработка, завершение обработки), кнопка «Стоп» (при нажатии предлагает завершить текущую обработку или все запланированные обработки) и пунсон, отражающий текущий тип решения (серый – нет решения, розовый – решение абсолютным методом).

После обработки, решения применяются к сеансам и точкам автоматически.

Решение абсолютным методом, примененное к пункту, меняет цвет его значка на розовый (рисунок 5.37). Более подробно отображение карты-схемы описано в главе 3 (см. п.п. 3.2).



Рисунок 5.37

5.9.2 Обработка ГНСС-векторов

Векторы ГНСС образуются для сеансов ГНСС-измерений, пересекающихся по времени и имеющих общие спутники.

Вызвать обработку векторов ГНСС относительным (дифференциальным) методом можно из окна настройки сеанса измерений (см. п.п. 5.6), окна настройки вектора (см. п.п. 5.8), из строки меню главного окна программы *Обработка > Обработать ГНСС-векторы*, и из окна действий и окна объектов (рисунок 5.38).

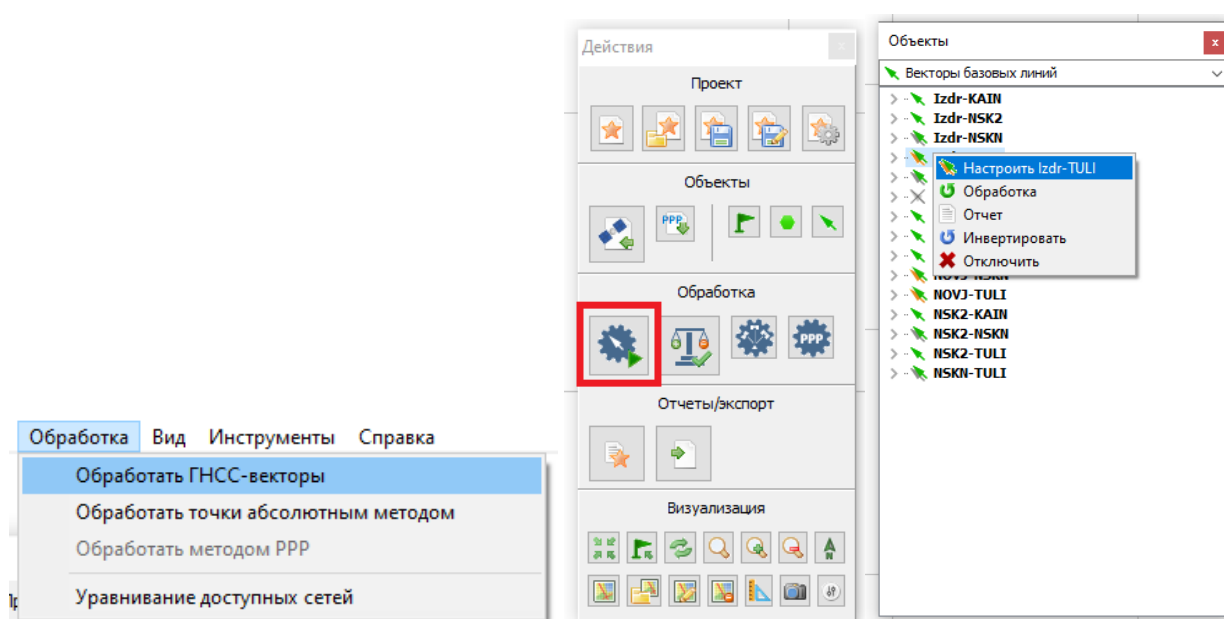


Рисунок 5.38

Кроме того, вектор может быть выбран на карте-схеме правой кнопкой мыши. Контекстное меню при этом будет идентично окну объектов, и одним из его пунктов так же будет обработка.

Если не выбран конкретный вектор, как и для обработки, абсолютным методом, будет открыто окно выбора данных для обработки (рисунок 5.39). Отличием будет то, что в окне будет предоставлен выбор обрабатываемых векторов, а не сеансов измерений.

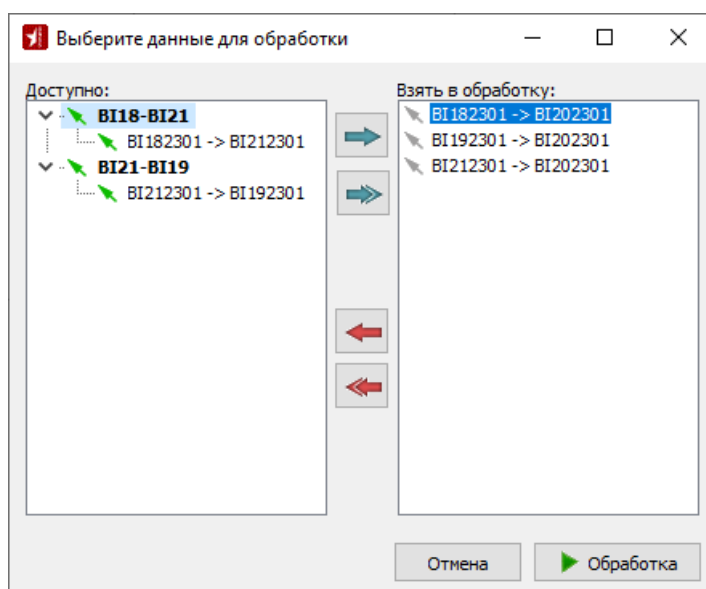


Рисунок 5.39

Настройки обработки будут несколько шире, чем для абсолютного метода (рисунок 5.40).

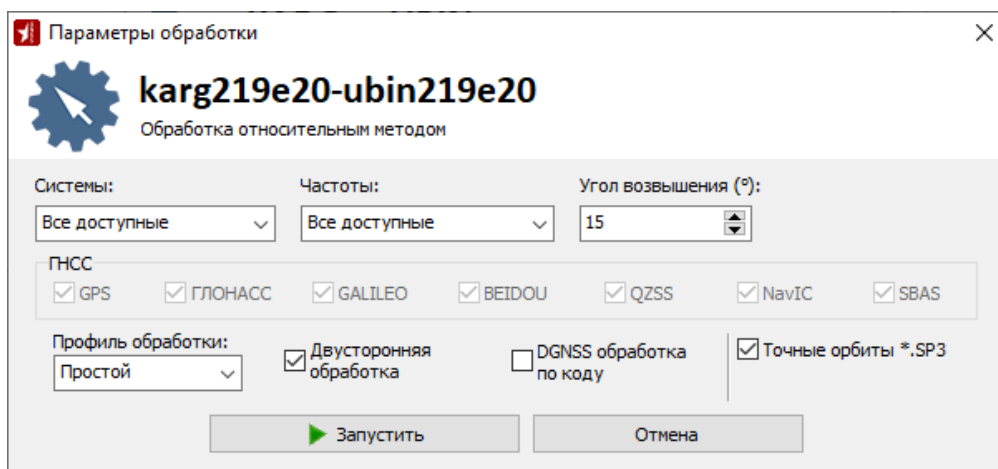


Рисунок 5.40

Настройки обработки векторов ГНСС относительным методом включают в себя:

- выбор используемых ГНСС (все доступные, GPS, ГЛОНАСС+GPS, только GPS, выбранные ГНСС/РНСС из поля флажков – ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Beidou, QZSS, NavIC, SBAS);

- выбор частот (все доступные, L1, L1+L2, L1+L2+L5);
- маска угла возвышения ($0^{\circ} \dots 60^{\circ}$);
- профиль обработки (набор настроек, которые будут применяться при обработке):
 - «Простой»: модель тропосферы Саастамойнена, модель ионосферы по навигационным сообщениям;
 - «Стандартный»: модель тропосферы Саастамойнена, учет ионосферы через частотные комбинации L1/L2;
 - «Расширенный»: модель тропосферы с вычислением влажной составляющей, учет ионосферы через частотные комбинации L1/L2.
- двусторонняя обработка (комбинация обработки в прямом и обратном направлении по времени – более надежная, но занимает больше времени);
- DGNSS обработка по коду (более грубая, но быстрая обработка);
- точные орбиты *.SP3 (точные орбиты позволяют повысить точность обработки, если они доступны в проекте; могут быть загружены автоматически как данные для PPP, см. п.п. 5.4).

ПРИМЕЧАНИЕ. Маску угла возвышения рекомендуется указывать в диапазоне от 10° до 15° . DGNSS обработка по коду и режим фиксированных решений не рекомендуются к использованию.

Запущенная обработка индицируется окном с индикатором прогресса (рисунок 5.41).



Рисунок 5.41

В заголовке окна указывается имя обрабатываемого вектора и количество обработок в листе ожидания.

В окне помимо индикатора прогресса имеется строка с описанием текущего действия (загрузка, обработка, завершение обработки), кнопка «Стоп» (при нажатии предлагает завершить текущую обработку или все запланированные обработки) и пунсон, отражающий текущий тип решения (серый – нет решения, зеленый – фиксированное решение многозначности, оранжевый – плавающее решение многозначности).

После обработки, решения применяются к сеансам и точкам автоматически.

Обработанный вектор будет подсвечен зеленым или оранжевым цветом (фиксированное или плавающее решение многозначности), необработанные останутся серыми. Если вектор ГНСС для двух точек включает себя группу векторов сеансов измерений, а его решения имеют разный тип, они будут подсвечены штрихами (рисунок 5.42).

Более подробно отображение карты-схемы описано в главе 3.

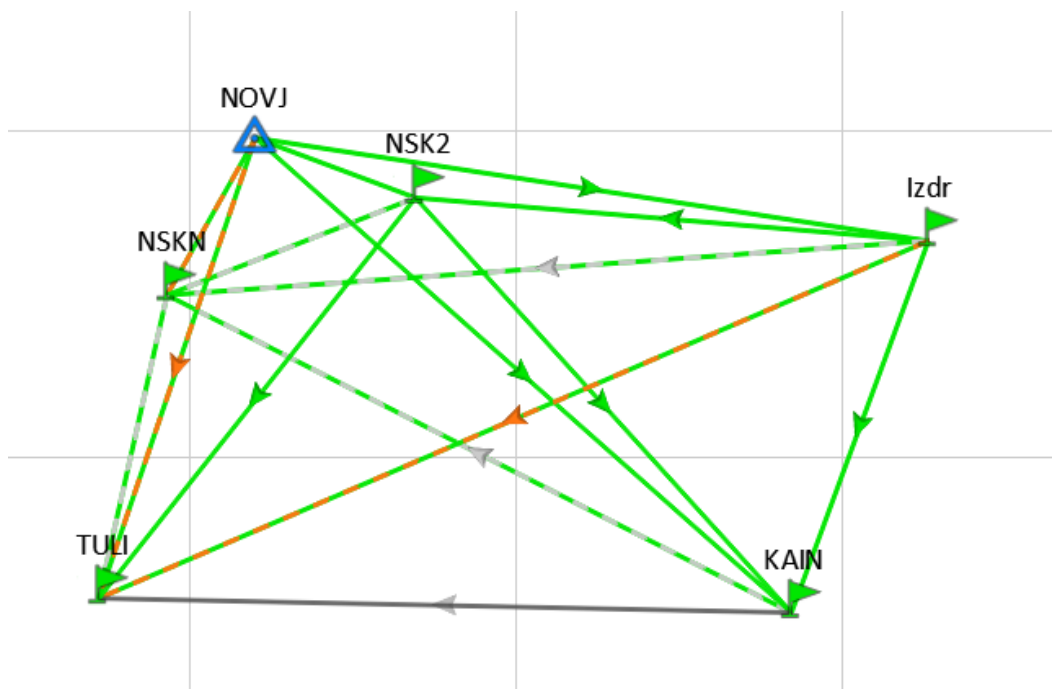


Рисунок 5.42

5.9.3 Обработка ГНСС-измерений методом PPP

Обработка методом PPP требует наличия файлов ГНСС-измерений двух- или мультисистемными приемниками и данных точных спутниковых орбит *.SP3 и поправок к часам спутников *.CLK.

Необходимые данные могут быть импортированы с ПК или скачаны автоматически (см. п.п. 5.4).

Вызвать обработку методом PPP можно из окна настройки сеанса измерений (см. п.п. 5.6), из строки меню главного окна программы *Обработка > Обработать точки методом PPP*, и из окна действий (рисунок 5.43).

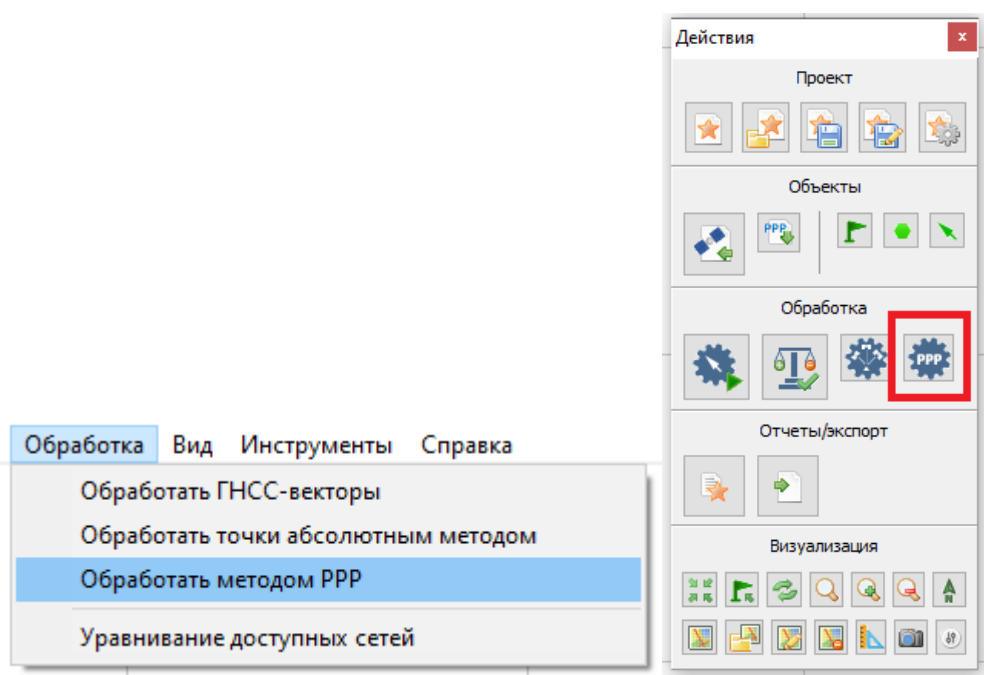


Рисунок 5.43

Выбор сеансов в обработку аналогичен настройке обработки абсолютным методом (рисунок 5.44).

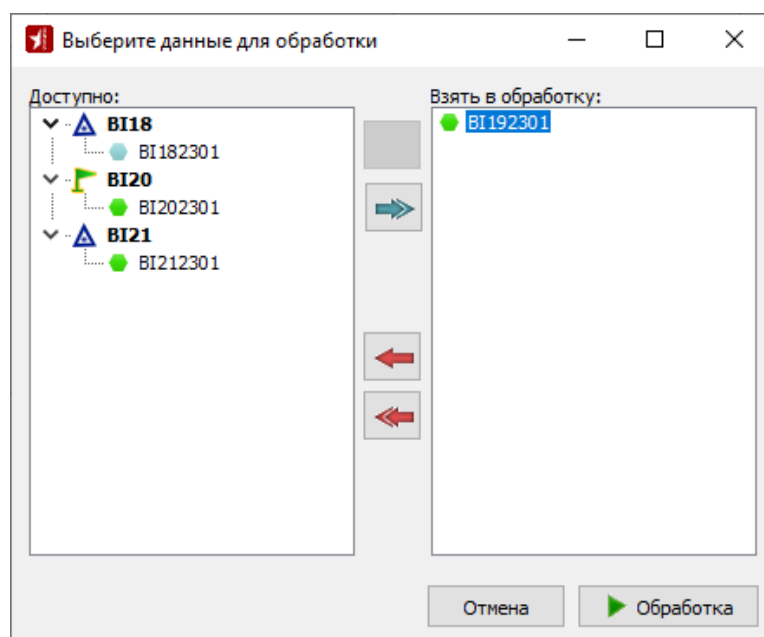


Рисунок 5.44

Настройки для метода PPP позволяют установить маску угла возвышения (рекомендуется $10^{\circ}..15^{\circ}$) и выбрать двустороннюю обработку по времени или одностороннюю.

Окно индикации прогресса обработки так же аналогично остальным методам (рисунок 5.45).

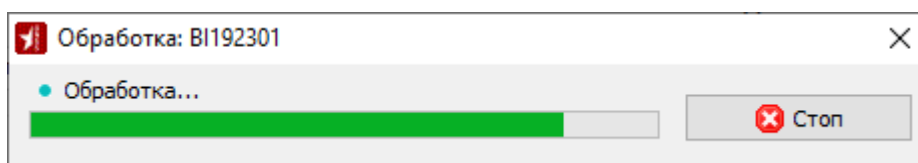


Рисунок 5.45

В заголовке окна указывается имя обрабатываемого сеанса ГНСС-измерений и количество обработок в листе ожидания.

В окне помимо индикатора прогресса имеется строка с описанием текущего действия (загрузка, обработка, завершение обработки), кнопка «Стоп» (при нажатии предлагает завершить текущую обработку или все

запланированные обработки) и пунсон, отражающий текущий тип решения (серый – нет решения, голубой – решение PPP).

После обработки, решения применяются к сеансам и точкам автоматически.

Решение методом PPP, примененное к пункту, меняет цвет его значка на розовый (рисунок 5.46). Более подробно отображение карты-схемы описано в главе 3.



Рисунок 5.46

5.10 Уравнивание

Если векторы ГНСС составляют собой замкнутые фигуры, они могут быть уравнены (рисунок 5.47). Для уравнивания рекомендуется задать точные координаты базовых станций и проконтролировать направления ГНСС-векторов.

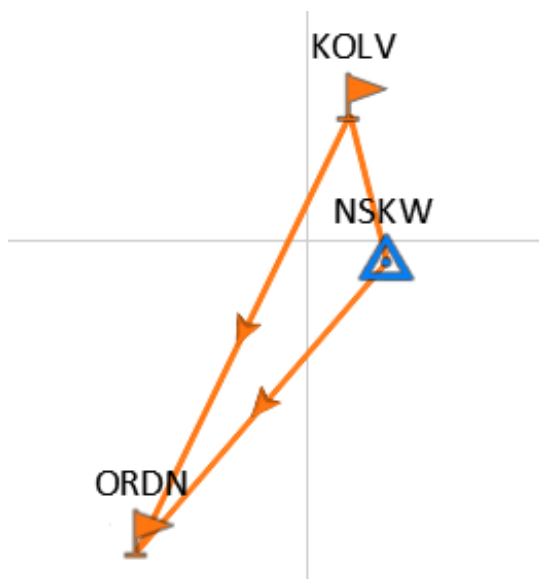


Рисунок 5.47

Вызов уравнивания осуществляется из строки меню главного окна программы: *Обработка > Уравнивание доступных сетей* и из окна действий

(рисунок 5.48). Также обработка может выполняться автоматически (см. п.п. 5.1).

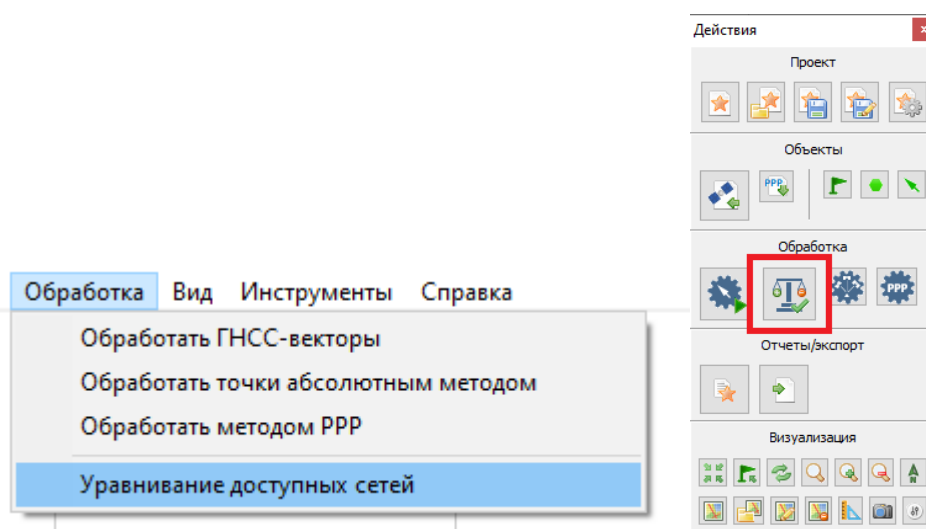


Рисунок 5.48

Уравненные точки и векторы ГНСС отобразятся на карте-схеме окаймленные желтым цветом (рисунок 5.49).

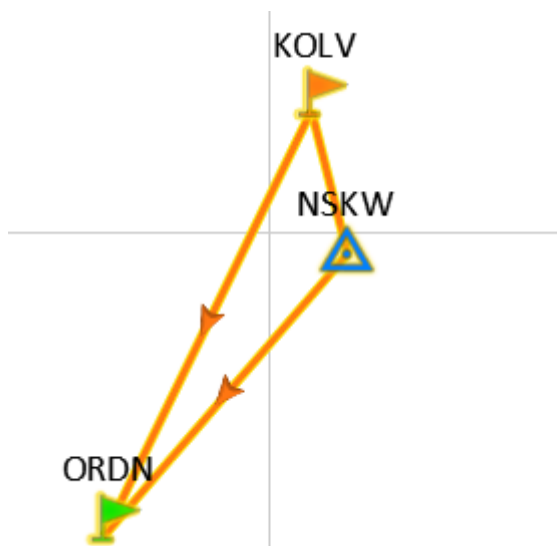


Рисунок 5.49

Уравнивание также обновит координаты и статус точек и векторов (рисунок 5.50).

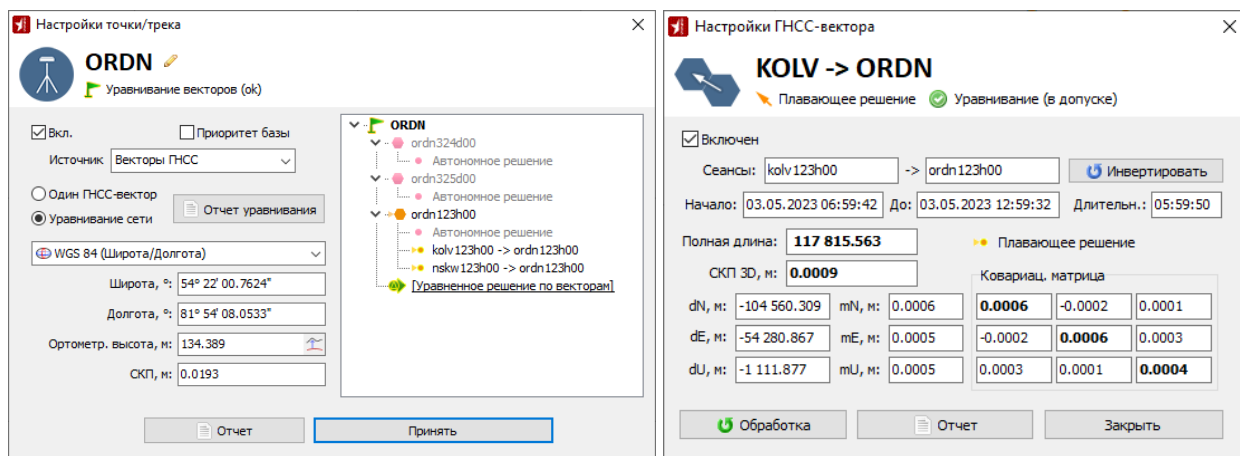


Рисунок 5.50

По уравниванию может быть выдан отчет из окна настроек пунктов измерений. Сброс уравнивания выполняется изменением источника координат любой из точек, входящих в сеть, а также включением/выключением, инвертированием векторов, входящих в нее.

Если в векторы ГНСС образуют несколько замкнутых фигур и разомкнутые вектора, сетями ГНСС будут считаться только замкнутые фигуры (рисунок 5.51).

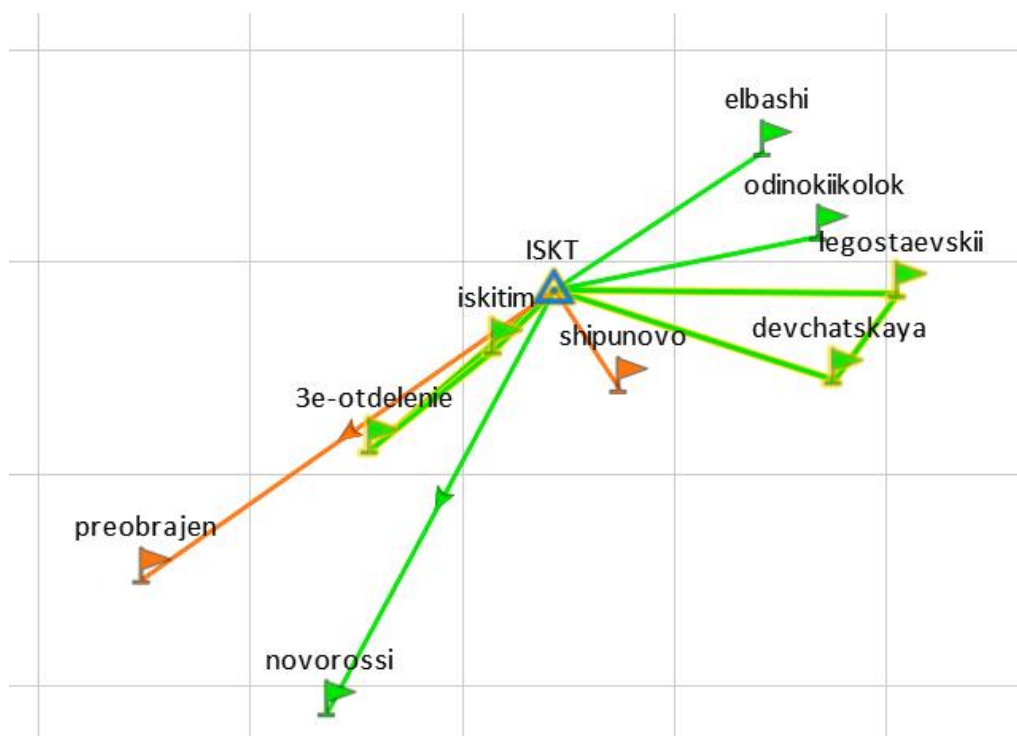


Рисунок 5.51

ПРИМЕЧАНИЕ. При ошибке уравнивания статус останется прежним, автоматическое уравнивание будет отключено до исправления источника ошибки и ручного перезапуска уравнивания.

ПРИМЕЧАНИЕ. В версии 1.0 все станции базовые станции должны иметь твердые координаты в плане и по высоте. Уравнивание выполняется в WGS-84 с дальнейшей конвертацией в целевую СК.

5.11 Вывод отчетов и экспорт данных

5.11.1 Отчеты по проекту

Отчеты содержат итоговую информацию по объектам, входящим в проект. Вызов отчетов осуществляется из строки меню главного окна программы: *Проект > Отчеты по проекту*, из окна действий и нажатием на иконку панели навигации главного окна программы (рисунок 5.52).

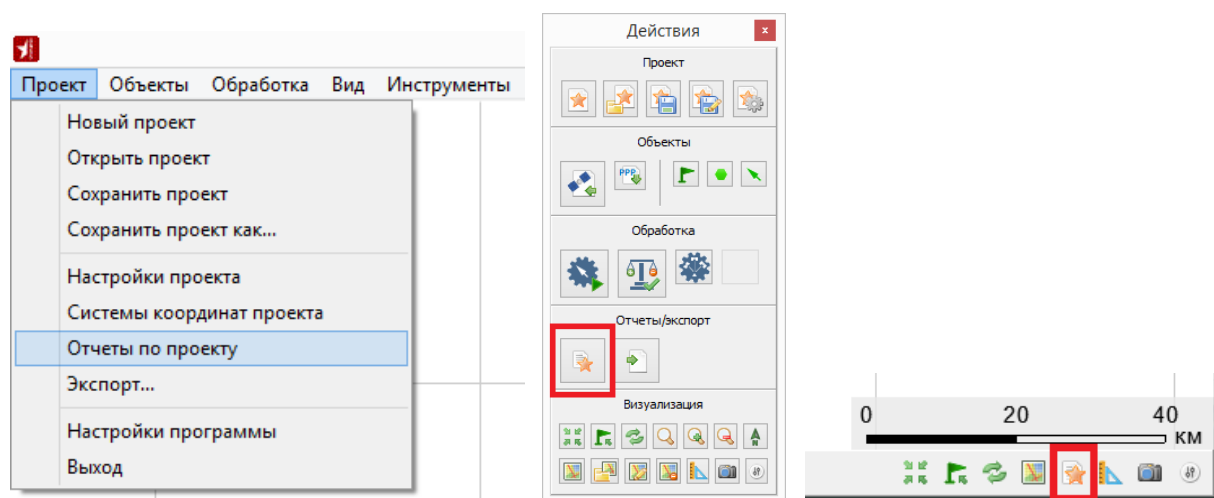


Рисунок 5.52

В программном обеспечении RedStar GNSS доступно четыре базовых отчёта по проекту (рисунок 5.53).

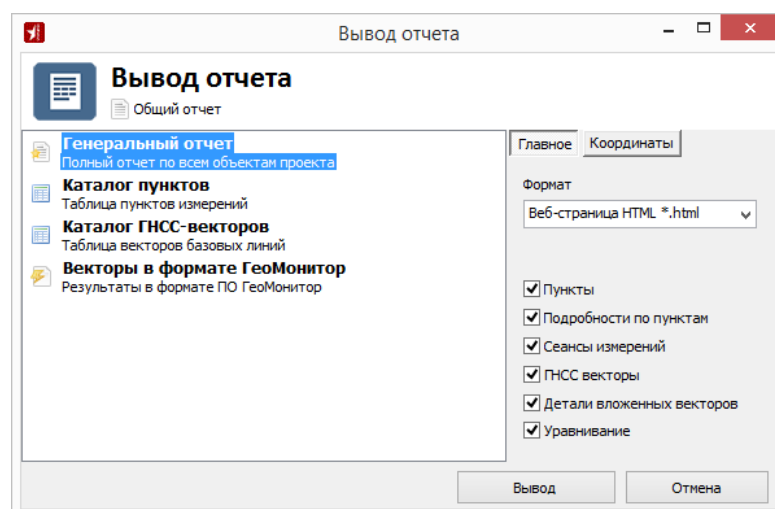


Рисунок 5.53

Пользователь самостоятельно может выбрать формат отчёта и основные данные, которые будут отображены в нем, а также выбрать систему и формат вывода координат (рисунок 5.54).

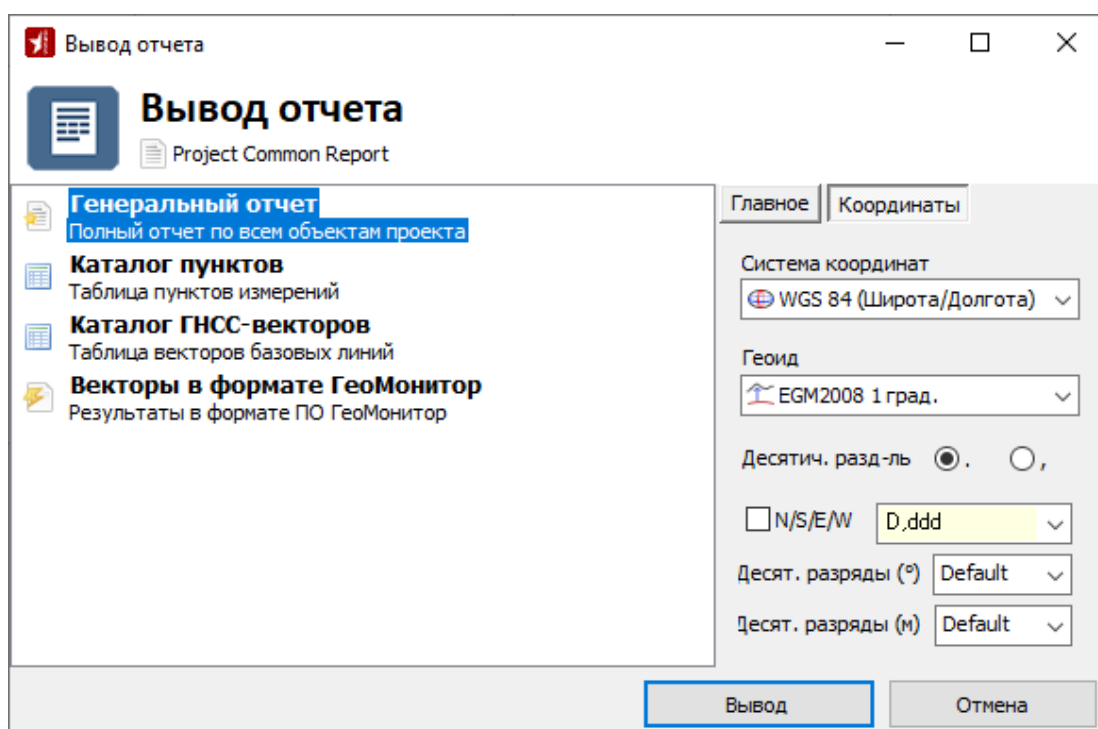


Рисунок 5.54

Генеральный отчет содержит данные по всему проекту, в то время как каталоги точек и ГНСС-векторов, а также отчет в формате Гео-Монитор содержат более узкие данные по соответствующим объектам.

Кроме отчетов по проекту могут быть выведены отчеты по отдельным решениям (см. п.п. 5.6), точкам (см. п.п. 5.7), векторам (см. п.п. 5.8), уравниванию (см. п.п. 5.10). Отчеты могут выдаваться в текстовом формате, в виде Web-страницы HTML и в форматах, предусмотренных для протоколов обработки и пр.

Для генерального отчета по умолчанию используется формат HTML. После нажатия кнопки «Вывод», программа открывает итоговый отчет в программе, связанной операционной системой для данного формата (рисунок 5.55).

Генеральный отчет
kolv-ordn-nsk

Система координат: UTM (WGS-84) зона 44N (78° ВД - 84° ВД), Северное полушарие
Геоид: EGM2008 1 град.

Пункты

Пункт	Север, м	Восток, м	Высота орт., м	СКП 3D, м	StDevX, м	StDevY, м	StDevZ, м	Источник
KOLV	6130563.6367	610275.1963	157.0356	0.0216	0.0141	0.0131	0.0100	Векторы ГНСС, Уравнивание
NSKW	6094963.7589	619313.5768	141.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Задать вручную, Уравнивание
ORDN	6024717.1212	558619.2083	134.3892	0.0193	0.0124	0.0122	0.0083	Векторы ГНСС, Уравнивание

Сессии измерений

Пункт	Сессия	Режим	Начало	Окончание	Статус	Антенна	Антенна dN, м	Антенна dE, м	Антенна dH, м
KOLV	kolv123h00	Статика	5/3/2023 6:59:42 AM	5/3/2023 12:59:32 PM	Плавающее решение	LEIAX1202GG NONE	0.000	0.000	0.114
NSKW	nskw123h00	Статика	5/3/2023 6:59:42 AM	5/3/2023 12:59:32 PM	Решение PPP	LEIAX1202GG NONE	0.000	0.000	0.062
ORDN	ordn324d00	Статика	11/20/2023 2:59:42 AM	11/20/2023 4:59:32 AM	Автономное решение	LEIAX1202GG NONE	0.000	0.000	0.114
	ordn325d00	Статика	11/21/2023 2:59:42 AM	11/21/2023 4:59:32 AM	Автономное решение	LEIAX1202GG NONE	0.000	0.000	0.114
	ordn123h00	Статика	5/3/2023 6:59:42 AM	5/3/2023 12:59:32 PM	Плавающее решение	LEIAX1202GG NONE	0.000	0.000	0.114

ГНСС векторы

База	Ровер	Статус	3D длина, м	dX, м	dY, м	dZ, м	dE, м	dN, м	dH, м
NSKW	KOLV	Плавающее решение, Уравнивание	36738.689	4371.568	30180.046	20488.667	35837.584	-8086.455	-89.686
KOLV	ORDN	Плавающее решение, Уравнивание	117815.563	64633.889	77793.532	-60424.611	-104560.309	-54280.867	-1111.877
NSKW	ORDN	Плавающее решение, Уравнивание	92863.753	69005.457	47613.487	-39935.943	-68628.340	-62556.858	-683.547

Детали вложенных векторов

Группа	Сессия база	Сессия ровер	Статус	3D длина, м	dX, м	dY, м	dZ, м	dE, м	dN, м	dH, м	StDevX, м	StDevY, м	StDevZ, м	StDevXY, м	StDevYZ, м	StDevZX, м	3D СКП, м
NSKW-KOLV	nskw123h00	kolv123h00	Плавающее решение	36738.6560	4371.550	-30178.986	20490.173	55934.976	-8130.574	-6363855.914	0.0008	0.0007	0.0006	-0.0002	0.0004	0.0001	0.0012
KOLV-ORDN	kolv123h00	ordn123h00	Плавающее решение	117815.7282	64633.879	77794.310	-60423.942	-84537.819	-54325.165	-6364769.148	0.0006	0.0006	0.0004	-0.0002	0.0003	0.0001	0.0009
NSKW-ORDN	nskw123h00	ordn123h00	Плавающее решение	92863.6495	69005.467	47612.708	-39936.612	-48530.705	-62601.233	-6364452.600	0.0006	0.0006	0.0004	-0.0002	0.0003	0.0001	0.0009

Уравнивание

Уравненные пункты	ш	Х12 тест
1 NSKW, KOLV, ORDN	04 1801	0.2158, 9.3484

Рисунок 5.55

5.11.2 Экспорт данных проекта

Экспорт данных предполагает набор форматов, поддерживаемый сторонними программами.

Вызов экспорта осуществляется из строки меню главного окна программы: *Проект > Экспорт...* и из окна действий (рисунок 5.56).

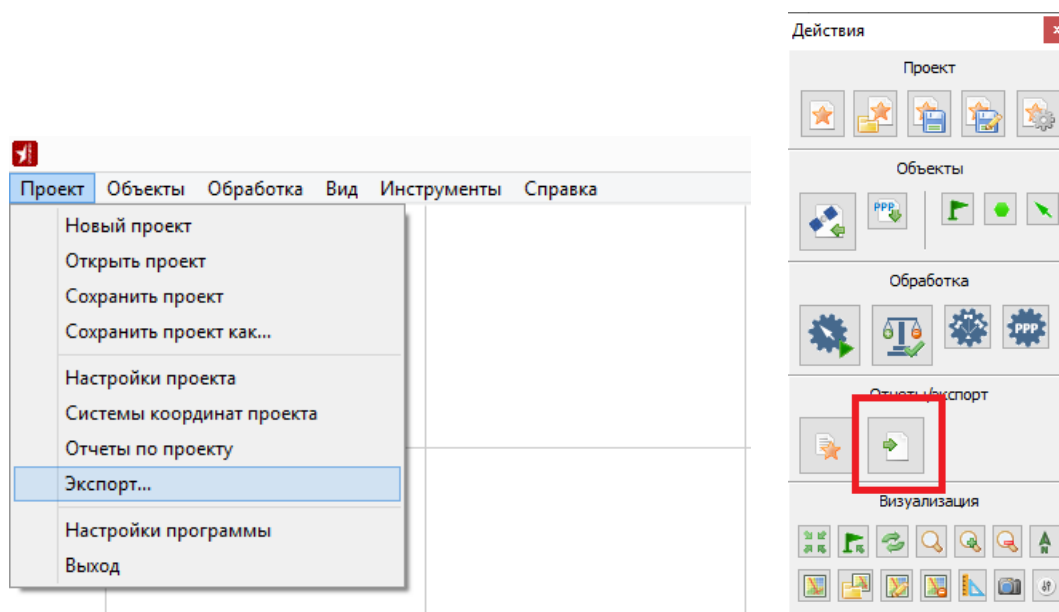


Рисунок 5.56

Далее открывается контекстное меню (рисунок 5.57), в котором предлагаются форматы для экспорта.

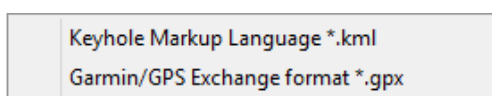


Рисунок 5.57

При экспорте в формат *.kml необходимо указать тип высот (рисунок 5.58).

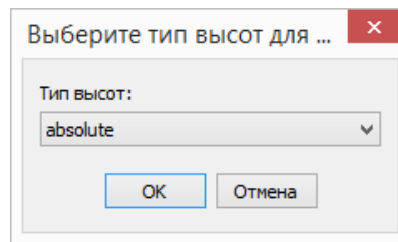


Рисунок 5.58

Далее в диалоговом окне указывается имя файла.

Сохраненный файл *.kml или *.grx файл можно открыть в любой утилите, поддерживающей эти форматы (рисунок 5.59).

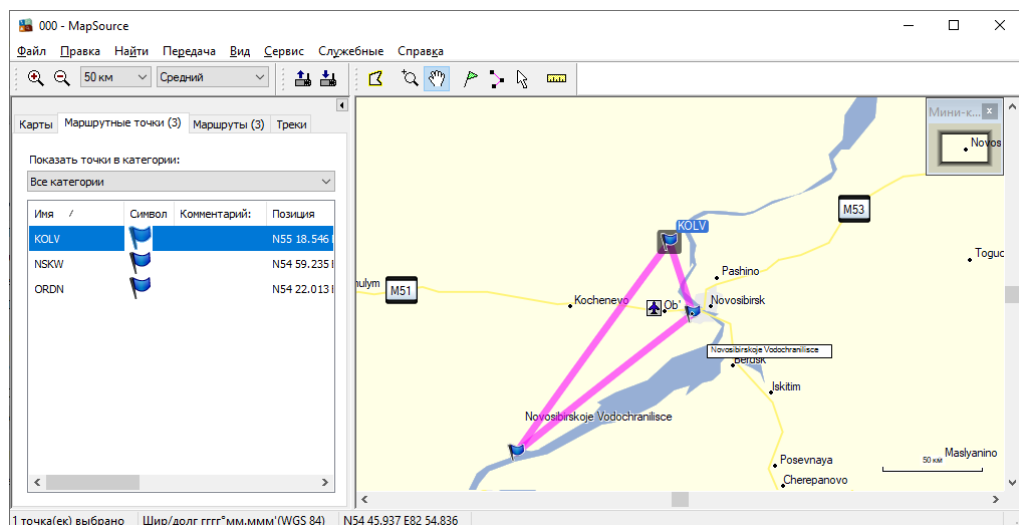
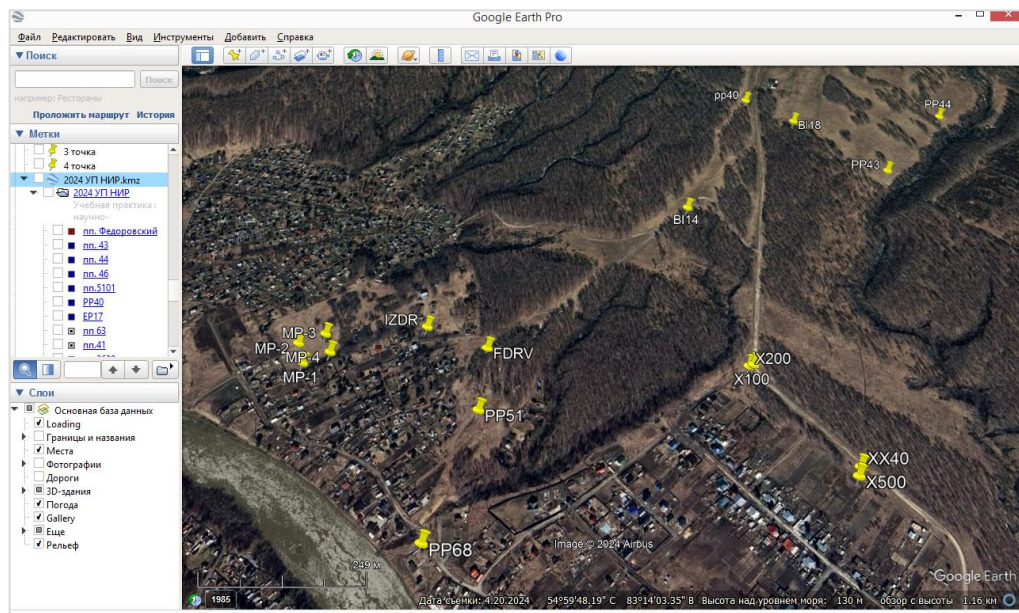


Рисунок 5.59

5.12 Загрузка и сохранение подложек с сервиса Google Maps и геопривязанных растровых подложек

5.12.1 Автоматическая загрузка подложек с сервиса Google Maps

Для удобства и наглядности навигации на карте-схеме, в качестве фона может быть загружена растровая подложка.

Подложка может быть добавлена двумя способами – загрузкой с ПК заранее геопривязанного растра и автоматической загрузкой с геопортала Google Maps.

Более простым является второй способ. Для автоматической загрузки подложек с сервиса Google Maps необходимо выбрать меню Вид > Скачать подложку Google Maps строки меню главного окна программы или иконку  на панели навигации или в окне действий (рисунок 5.60).

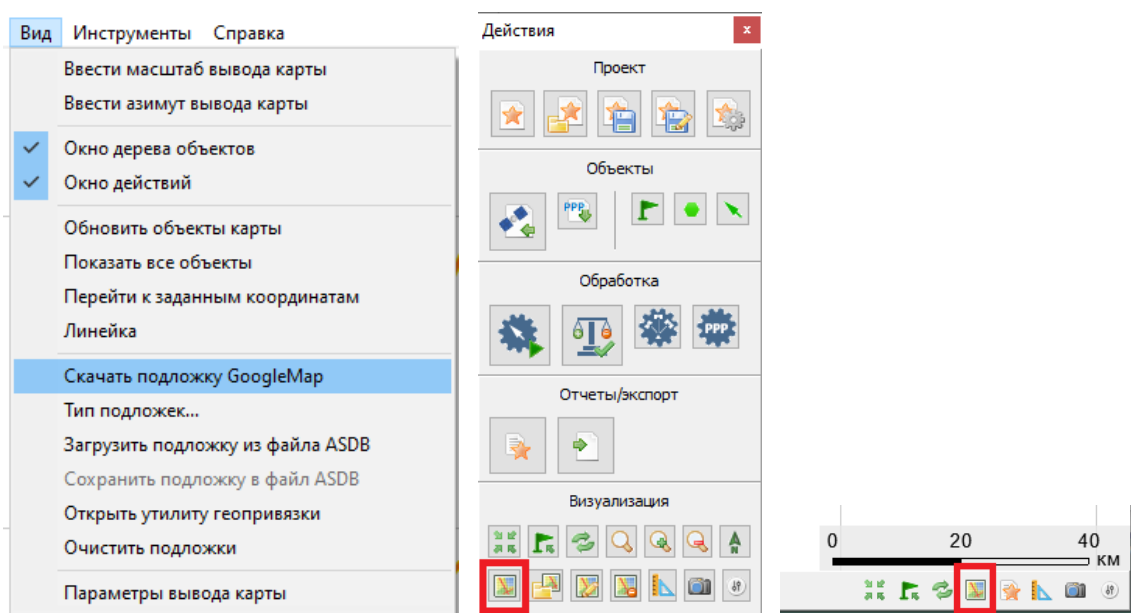


Рисунок 5.60

При указанном действии будет автоматически загружена карта, подходящая под текущий масштаб и координаты вывода карты-схемы (рисунок 5.61).

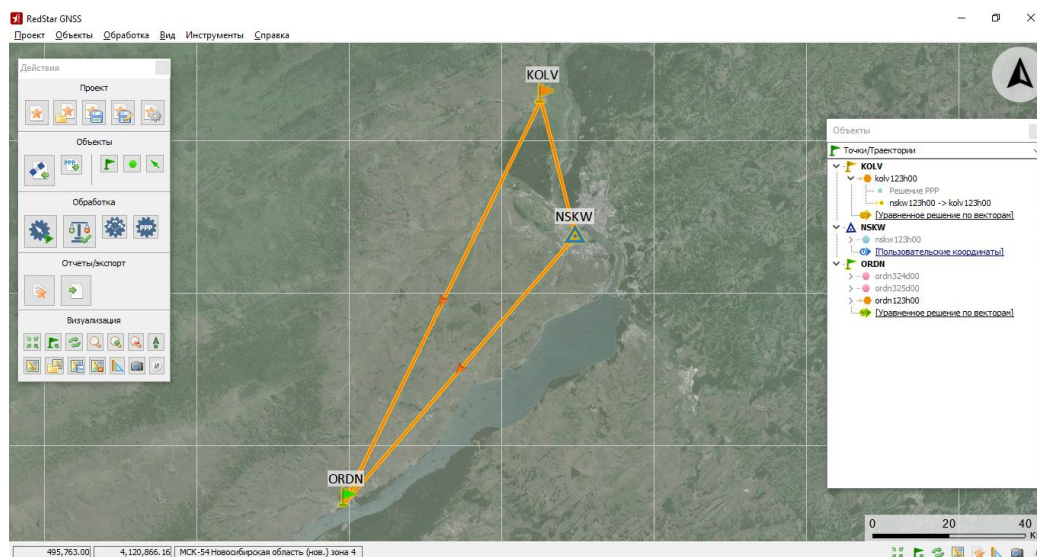


Рисунок 5.61

Подложка может быть очищена, сохранена или открыта соответствующими кнопками окна действий (рисунок 5.62).

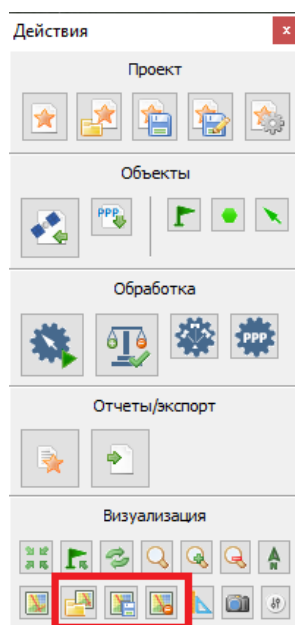


Рисунок 5.62

5.12.2 Геопривязка растра

Растровая карта может быть геопривязана вручную с использованием специальной утилиты, входящей в состав RedStarGNSS.

Вызов утилиты гео-привязки осуществляется кнопкой  окна действий и из меню Вид > Открыть утилиту геопривязки строки меню главного окна программы (рисунок 5.63).

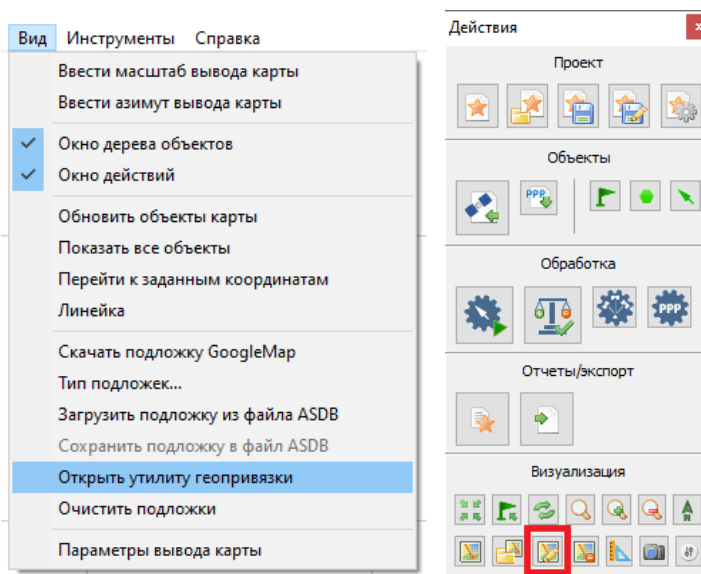


Рисунок 5.63

Утилита Raster, служит для подготовки геопривязанных растровых подложек для RouteNav. Она выполняет следующие действия:

- загрузка растрового изображения;
- выполнение геопривязки:
 - импорт из формата OziExplorer или ручной ввод координат точек на изображении и соответствующих координат карты/снимка;
 - получение аффинных коэффициентов связи координат точек растрового изображения с их значениями в геодезической СК (в проекции Меркатора или Гаусса-Крюгера);
- автоматическое или ручное определение рамки карты;
- удаление рамки (заливка прозрачным цветом);
- преобразование геопривязанного растра в формат RouteNav:
 - разбиение изображения на тайлы 512×512 пикселей;
 - расчет координат крайних точек каждого тайла;
 - создание пирамиды изображений для каждого тайла;

- формирование метай файла с информацией о привязке тайлов;
- сохранение тайлов и метай файла в архив формата Asphyre DataBase (*.asdb).

Рабочее окно утилиты Raster приведено на рисунке 5.64.

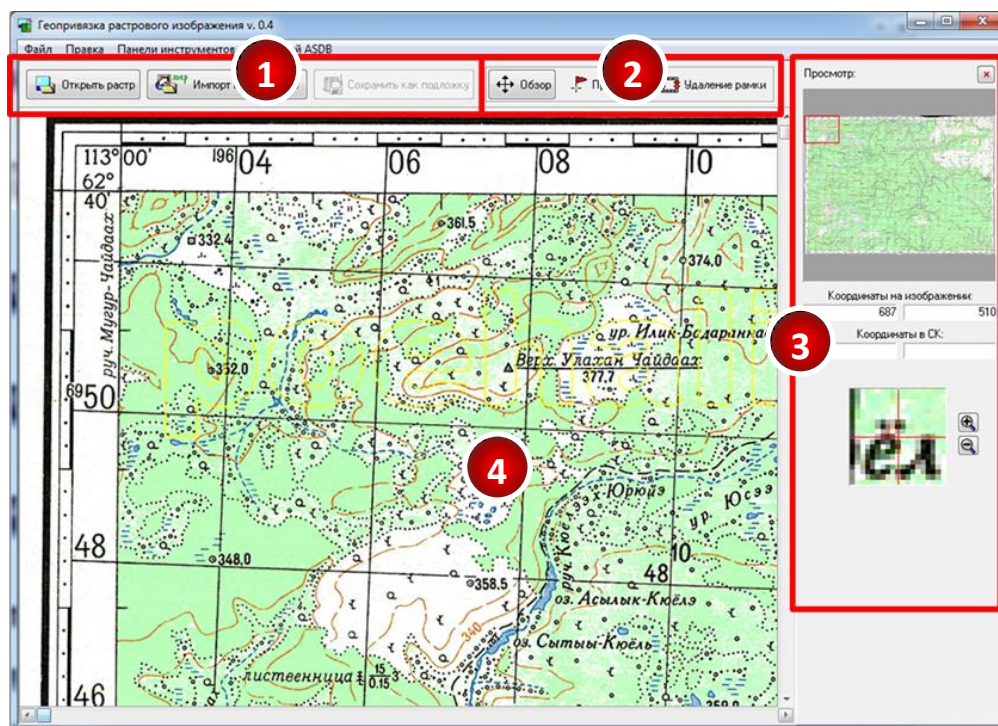


Рисунок 5.64

На рисунке показано окно утилиты геопривязки растровых карт Raster, содержащее: кнопки управления (1); выбор режима (2); предпросмотр (3); карта/рабочая область (4).

Основные шаги работы с программой:

1) *Загрузка растрового изображения* в формате *.bmp, *.gif, *.jpg, *.jpeg, *.png, *.tiff (если не имеется геопривязки) или импорт геопривязанного растра из формата Ozi Explorer (нажатие одноименной кнопки и выбор файла *.map);

2) *Создание связующих точек в режиме «Привязка»:*

- вход в режим «Привязка» (одноименная кнопка с иконкой)

- выбор системы координат и проекции (в меню над «шапкой» таблицы точек);
- добавление точек (если их количество менее 4-6): нажатие левой кнопки мыши на изображении открывает диалоговое окно создания/редактирования связующей точки, рисунки 5.65 и 5.66;

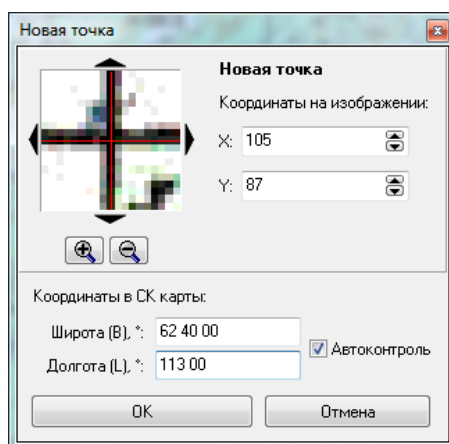


Рисунок 5.65

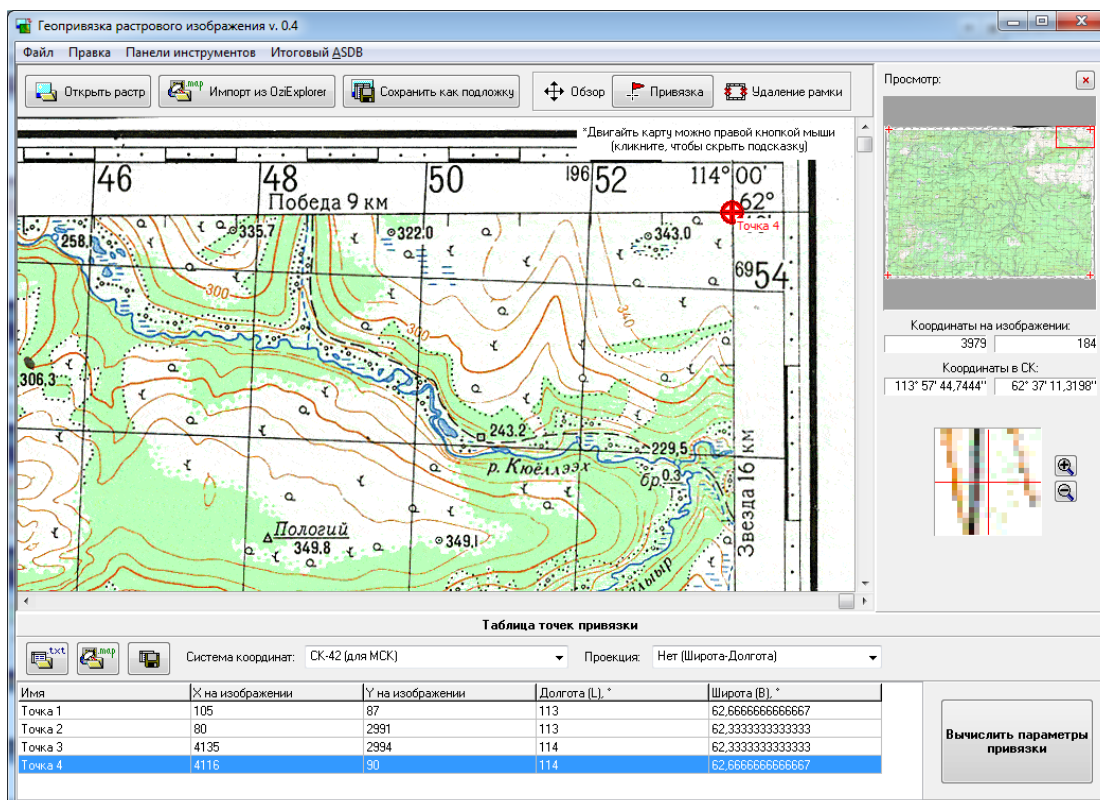


Рисунок 5.66

- при необходимости – редактирование точек: точка выделяется в таблице и может быть удалена или отредактирована (нажатием правой кнопкой мыши вызывается соответствующее меню выбора);
- расчет параметров привязки (кнопка «Вычислить параметры привязки» в правом нижнем углу окна). Если погрешность (СКП) привязки по заданным точкам не превышает 10 пикселей, привязка выполнена, иначе требуется проверка точек привязки. При отсутствии необходимости в удалении рамки, подложка может быть сохранена из окна отчета вычисления параметров (рисунок 5.67).

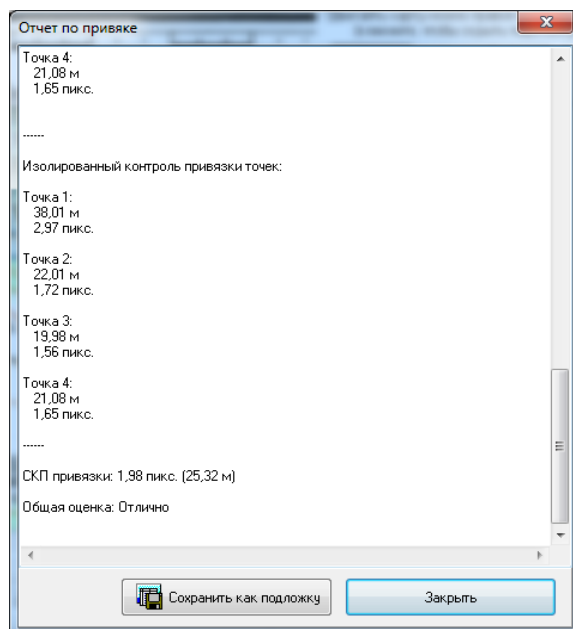


Рисунок 5.67

3) Удаление рамки:

- вход в режим удаления рамки (кнопка с иконкой 
- создание таблицы точек рамки. Точки должны идти последовательно, **по часовой стрелке**, и обводить рамку карты на изображении. Рамка может быть определена автоматически для карт Генерального Штаба на территорию СССР, масштабов 1:1 000 000 – 1:25 000 (кнопка «Автоопределение»), рисунок 5.68. Кроме того, точки могут быть

перенесены из таблицы связующих точек (в режиме «Привязка» правой кнопкой мыши);

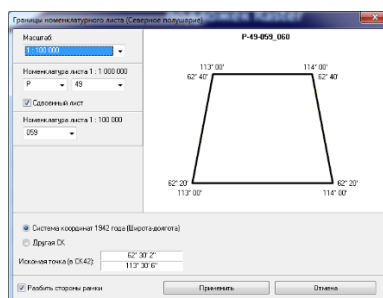


Рисунок 5.68

– после определения или ввода точек рамки, рамка может быть удалена нажатием кнопки «Удалить рамку». Зона изображения, находящаяся за рамкой, будет заполнена цветом, наименее используемым в цветовой схеме исходного растрового изображения (рисунок 5.69). При экспорте в формат Asdb, данный цвет будет установлен «прозрачным». В случае ошибки действие может быть отменено кнопкой «Восстановить».

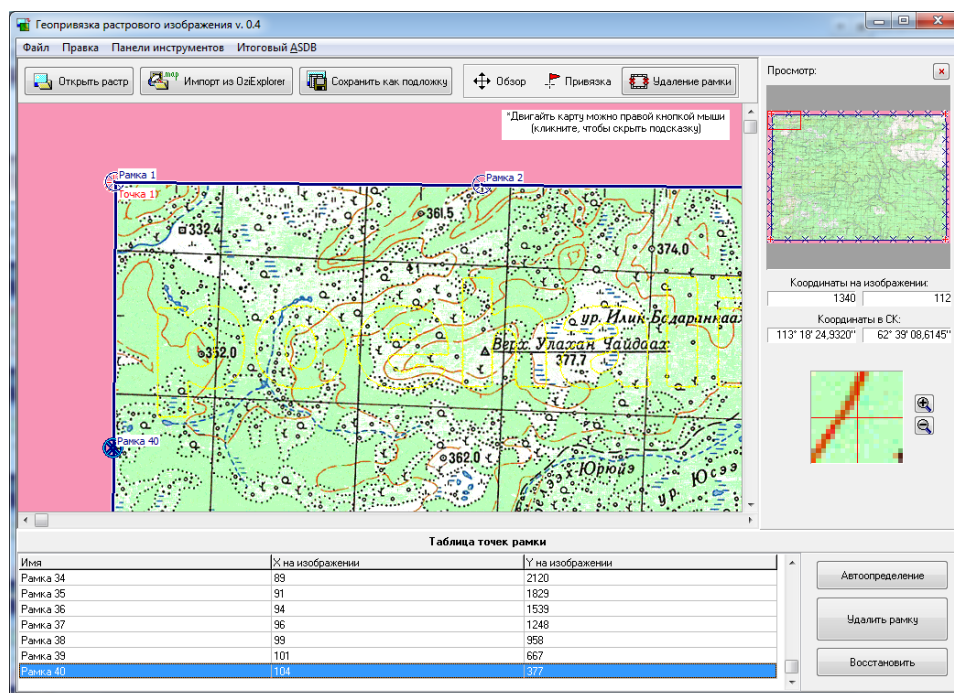


Рисунок 5.69

4) Сохранение подложки, выполняется кнопкой с иконкой . Процесс сохранения может занять от нескольких секунд до 1-2 минут.

Сохраненная подложка может быть открыта из меню: *Вид > Загрузить подложку из файла ASDB* строки меню главного окна программы и кнопкой  окна действий.

5.13 Инструмент «Линейка»

Инструмент «Линейка» доступен в окне действий или на панели навигации главного окна программы, иконка  (рисунок 5.70).

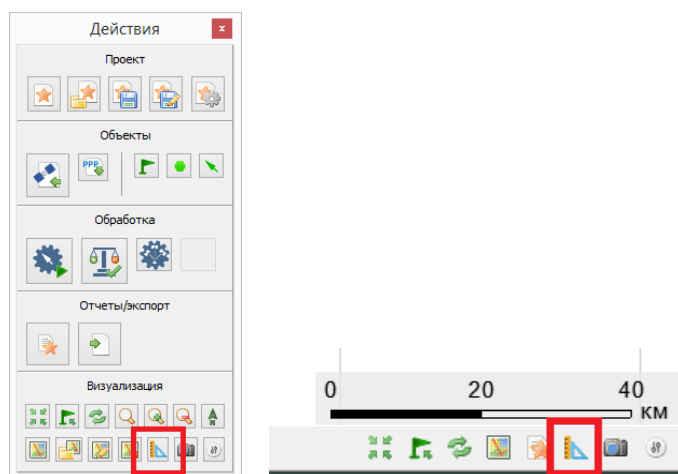


Рисунок 5.70

В режиме «Линейка» отображается панель, выводящая различные типы расстояний (на эллипсоиде и на плоскости), а также текущий азимут и дирекционный угол (рисунок 5.71)

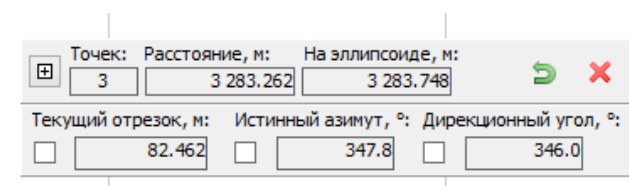


Рисунок 5.71

Для измерения расстояний необходимо указать две точки, между которыми проводится измерение (рисунок 5.72). При этом, промежуточные точки линейки могут быть притянуты к конкретной точке (клавиша Ctrl или иконка  на панели навигации главного окна)

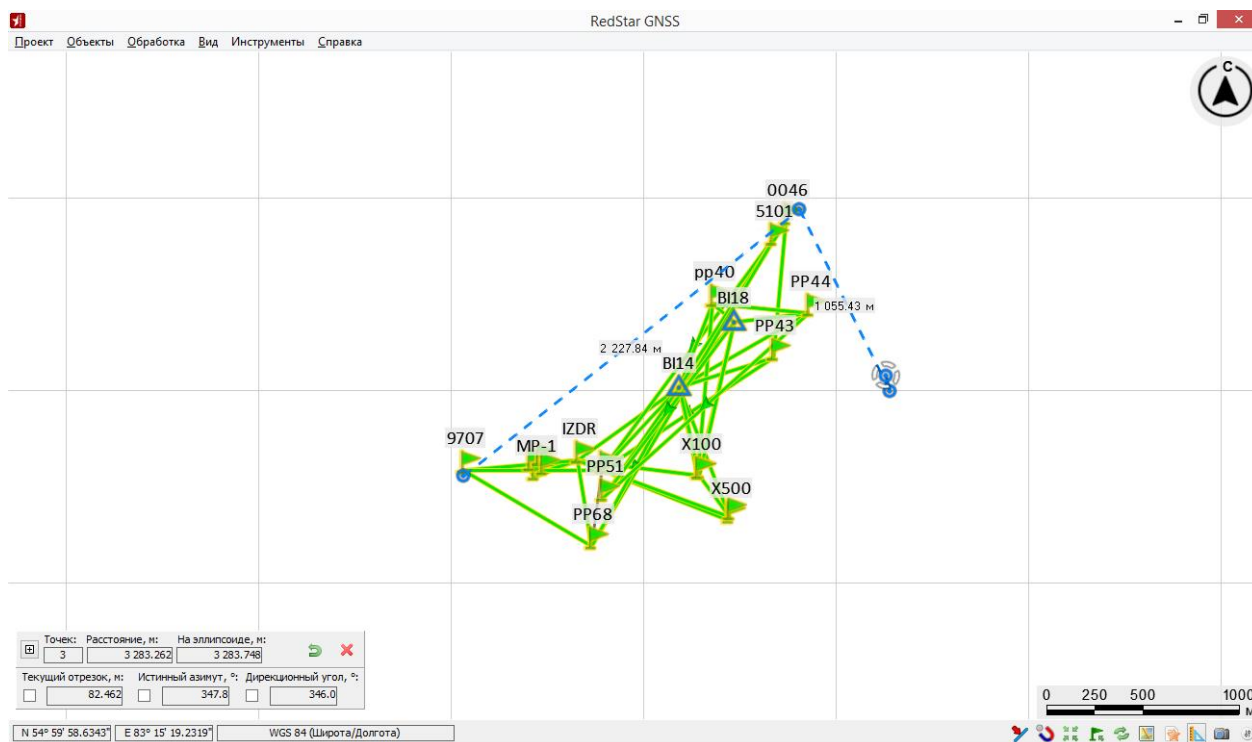


Рисунок 5.72

5.14 Настройка вывода карты

Вывод карты-схемы может быть настроен пользователем. Вызов окна настроек осуществляется из строки меню главного окна программы: *Вид* > *Настройка вывода карты*, а также нажатием на кнопку  окна действий или на панели навигации (рисунок 5.73).

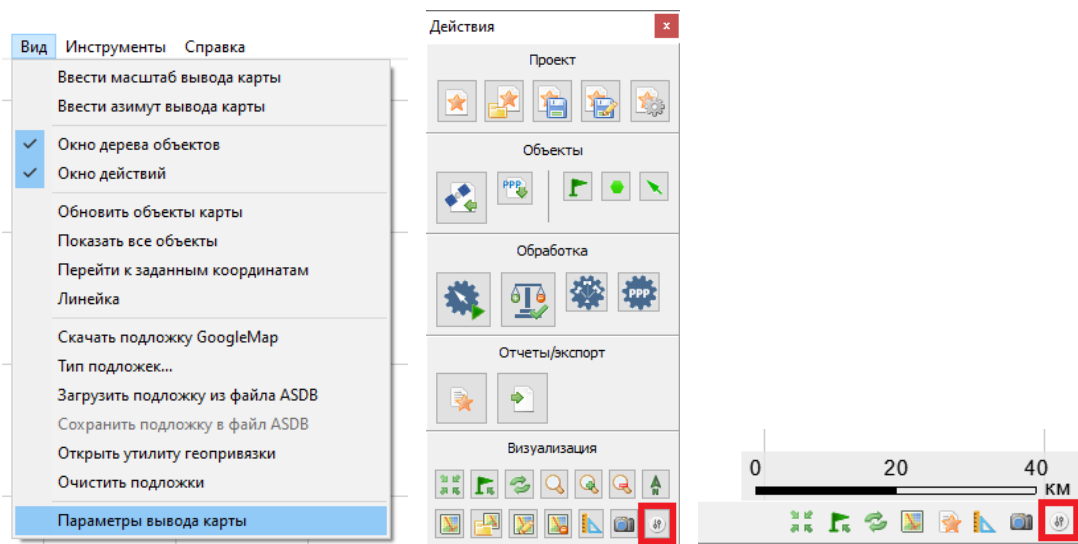


Рисунок 5.73

Окно настроек (рисунок 5.74) позволяет задать следующие параметры:

- язык интерфейса (английский или русский);
- уровень непрозрачности подложки;
- параметры графики: сглаживание линий и VSync (вертикальная синхронизация вывода кадра);
- цвета объектов и фона (включая выбор шаблона и сохранение пользовательских цветов);
- выбор стилей подписей (для читабельности могут выводиться в рамке или с тенью);
- вывод координатной сетки;
- вывод направлений кинематических траекторий (их поддержка ожидается в ближайших версиях);
- выбор указателя на север (и режима его вывода) и масштабной линейки;
- переход к настройкам программы.

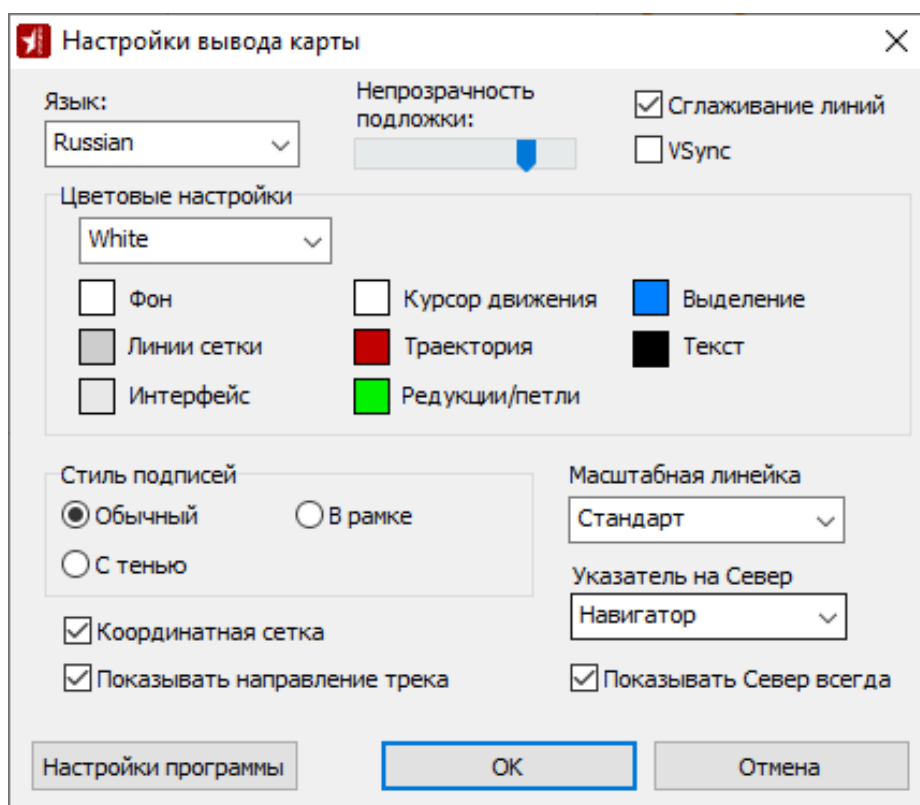


Рисунок 5.74

Различные варианты цветового оформления программы позволяют настроить ее под нужды пользователя (рисунок 5.75).

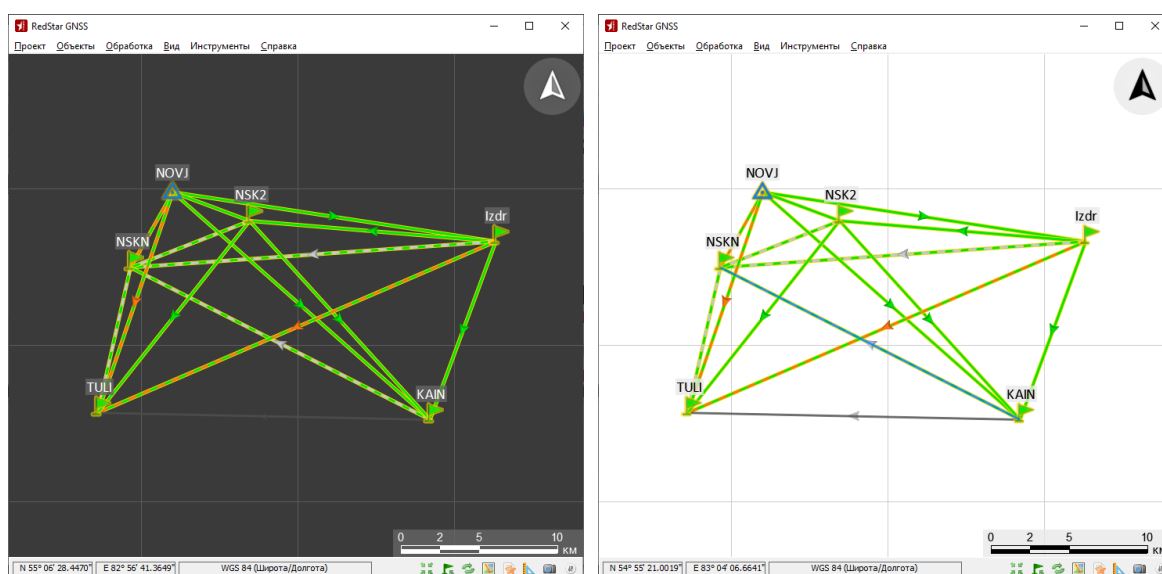


Рисунок 5.75

Масштабная линейка может иметь упрощенный, стандартный и расширенный вид (рисунок 5.76).

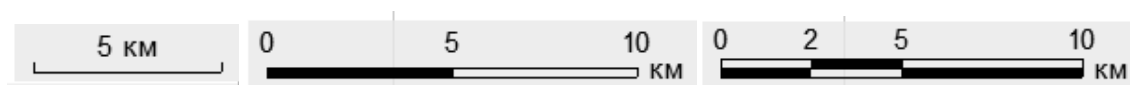


Рисунок 5.76

Стрелка навигации на север также имеет несколько режимов вывода (рисунок 5.77).



Рисунок 5.77

6 Рекомендации по стратегии обработки

При работе в программе RedStar GNSS рекомендуется соблюдать следующую последовательность действий:

- 1) Создайте новый проект. Обратите внимание, что системы координат должны быть заданы на этом этапе (при необходимости, добавьте новые СК в базу данных программы или выполните локализацию при наличии необходимых данных). Подробное описание – см. п.п. 5.1.
- 2) Импортируйте все файлы ГНСС измерений из файлов RINEX (см. п.п. 5.3). При необходимости предварительно выполните их конвертацию.
- 3) Если в проекте предполагается использовать метод PPP, автоматически скачайте или загрузите с ПК файлы точных орбит и поправок к спутниковым часам (см. п.п. 5.4).
- 4) Убедитесь, что в загруженных сеансах измерений правильно указана высота установки антенны, а ее параметры корректно заданы в программе (см. п.п. 5.6).
- 5) Задайте базовым станциям их координаты (см. п.п. 5.7) или подгрузите их из файла (см. п.п. 5.5).
- 6) Проконтролируйте направления векторов, при необходимости инвертируйте их; отключите заведомо ошибочные вектора – например, имеющие слишком короткую продолжительность сеансов – в случае их наличия (см. п.п. 5.8).
- 7) При необходимости, загрузите растровую подложку (см. п.п. 5.12).
- 8) Выполните обработку и уравнивание (см. п.п. 5.9, 5.10).
- 9) Выведите отчет (см. п.п. 5.11). Если имеют место ошибки обработки – переобработайте с другими настройками или

отключите ошибочные векторы/сеансы ГНСС-измерений и повторите шаг 7.

10) Подготовьте окончательный отчет (см. п.п. 5.11).

ПРИМЕЧАНИЕ. При необходимости может быть сохранен вид рабочего окна (см. п.п. 3.2)

ПРИМЕЧАНИЕ. Не забывайте сохранять проект, если в его настройках не задано автосохранение.