Терра.Вычисления

Руководство пользователя

Оглавление

1. Общие сведения 2
   1.1. Назначение, возможности и область применения....2
   1.2. Установка 2
2. Методика обработки измерений. 3
   2.1. Запуск программы 3
   2.2. Настройки 4
   2.3. Ввод и редактирование исходных данных....4
      2.3.1. Исходные пункты 4
      2.3.2. Тахеометрия 6
      2.3.3. Теодолитные ходы....9
      2.3.4. Нивелирные ходы 10
   2.4. Схема....11
      2.4.1. Поиск....11
      2.4.2. Границы съёмочных работ....12
      2.4.3. Экспорт схемы в окно карты 13
      2.4.4. Экспорт схемы для печати 13
   2.5. Уравнивание....14
      2.5.1. Предварительные вычисления....14
      2.5.2. Уравнивание....15
      2.5.3. Заполнение каталога и вывод отчетных ведомостей....15
3. Обратная геодезическая задача (ОГЗ) 16
4. Сохранение и восстановление....17

1. Общие сведения

1.1. Назначение, возможности и область применения.

Терра.Вычисления (далее- Программа) входит в состав программного обеспечения «Терра.Геодезия» и предназначен для математической обработки геодезических измерений.

Программа имеет возможность обработки как данных, полученных из файлов электронных тахеометров, сохранённых на жёстком диске компьютера, так и данных, внесённых в программу в ручном режиме.

Программный продукт создан для строгого уравнивания теодолитных и нивелирных ходов, служащих, в основном, геодезическим обоснованием крупномасштабных топографических съемок и ориентирован на классические геодезические построения.

Предусмотрены следующие виды вычислений:

- уравнивание с оценкой точности одиночных теодолитных ходов и систем теодолитных ходов с узловыми точками, опирающихся на исходные координаты и дирекционные углы;
- уравнивание с оценкой точности теодолитных ходов с координатной привязкой на одном или двух конечных пунктах;
- уравнивание с оценкой точности одиночных нивелирных ходов и систем нивелирных ходов с узловыми точками, опирающихся на исходные отметки;
- вычисление координат висячих ходов и точек;
- вычисление высот висячих ходов и точек.

1.2. Установка

«Терра.Вычисления» устанавливается вместе с «Терра.Топография». Инструкция по установке «Терра.Топография» находится в соответствующем руководстве пользователя.

2. Методика обработки измерений.

2.1. Запуск программы

После запуска программы на экране появится главное окно программы:

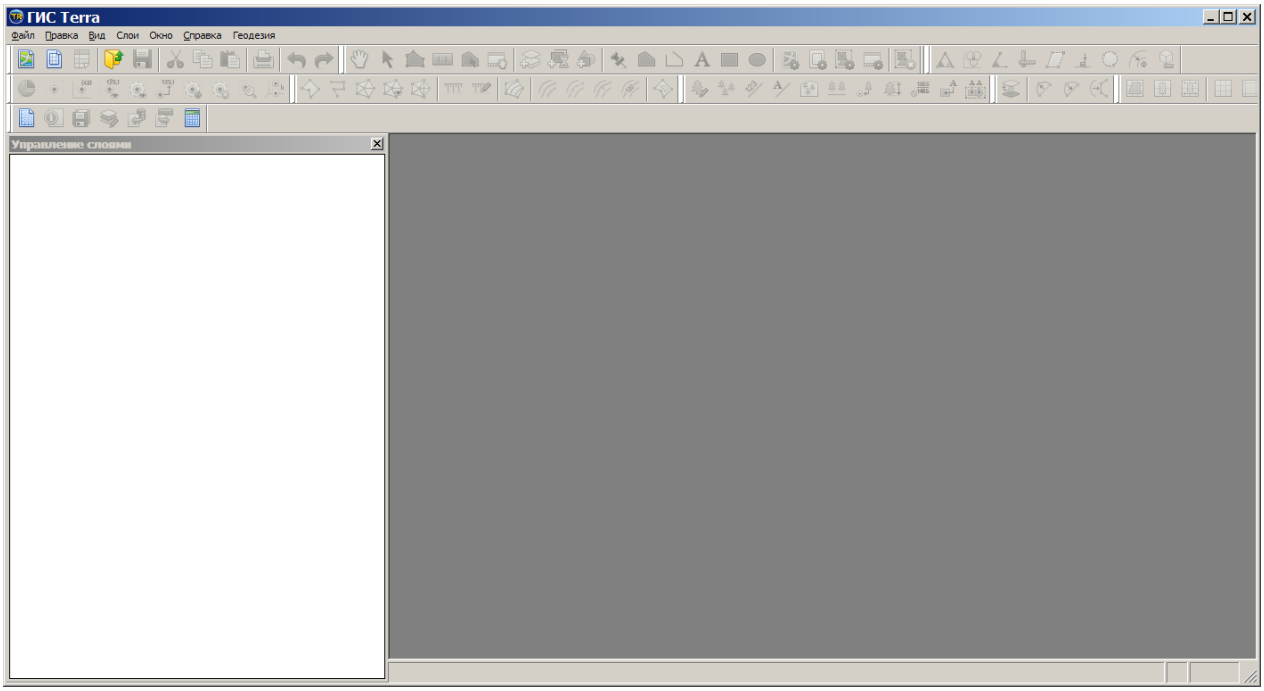

рис. 1

Вычислительный модуль может быть запущен как из меню «Геодезия» → «Вычисления...», так и кнопкой .

После запуска модуля на экране появится основное окно программы (рис. 6) вместе с окном «Настройки» (рис. 2).

Основное окно логически поделено на три области:

1. Область табличных данных. Представлена пятью вкладками: «Тахеометрия», «Теодолитные ходы», «Нивелирные ходы», «Каталог» и «ОГЗ».

2. Схема. Графическое изображение измерений (при возможности), а также инструменты подготовки схемы обоснования.

3. Кнопки управления. Расположены ниже области табличных данных.

2.2. Настройки

Окно «Параметры» появляется в момент первого запуска вычислительного модуля или по нажатию кнопки **«Параметры».**

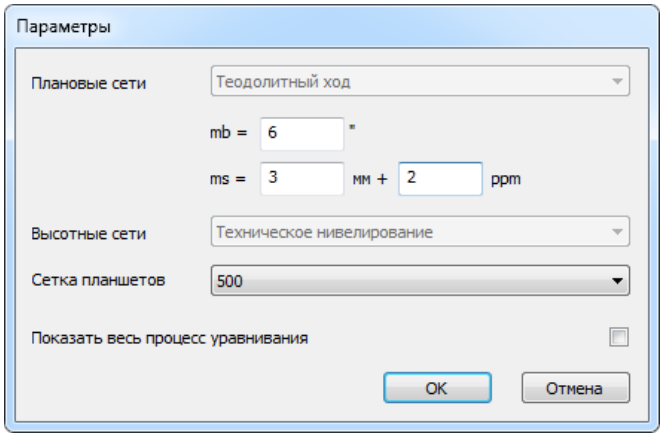

рис. 2

Величины mb и mS, необходимые для вычисления весов при уравнивании, есть погрешности измерения углов и расстояний инструментом или инструментами, используемыми в работе. При игнорировании запроса об mb и mS программа продолжит работу, но эти данные будут обязательны для ввода при уравнивании.

Сетка планшетов: в этом поле задается масштаб, необходимый для расчета сетки планшетов, которая выводится при построении схемы планово-высотного геодезического обоснования (см. п.2.4.4. Экспорт схемы для печати).

При установке флажка «Показать весь процесс уравнивания» появится возможность увидеть все вычисления и вносятся изменения в схему (2.4. Схема). В отдельное окно выводятся таблицы коэффициентов условных уравнений и нормальных уравнений коррелат и др.

2.3. Ввод и редактирование исходных данных

2.3.1. Исходные пункты

Для ввода исходных пунктов следует открыть вкладку **«Каталог»**. В этой вкладке содержится список исходных и вычисленных пунктов с оценкой точности (рис. 3).

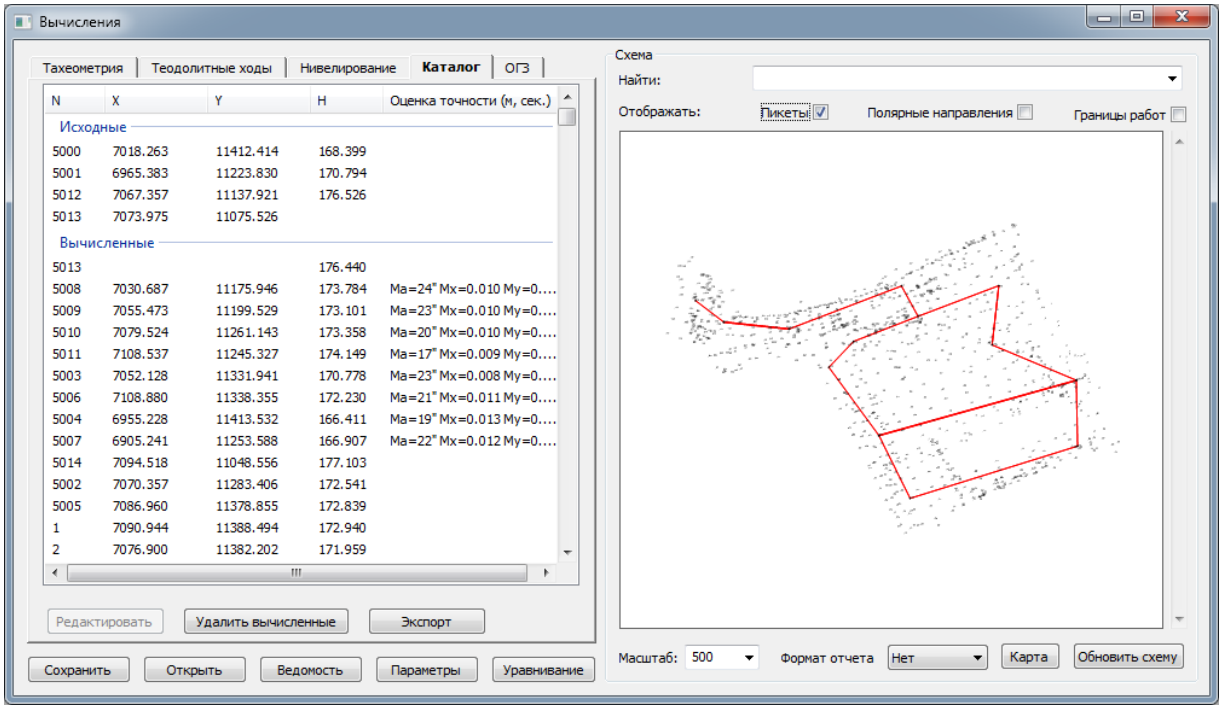

рис. 3

Команды добавления или удаления исходной точки вызываются из контекстного меню, которое появляется по нажатию правой кнопки мыши (рис. 4).

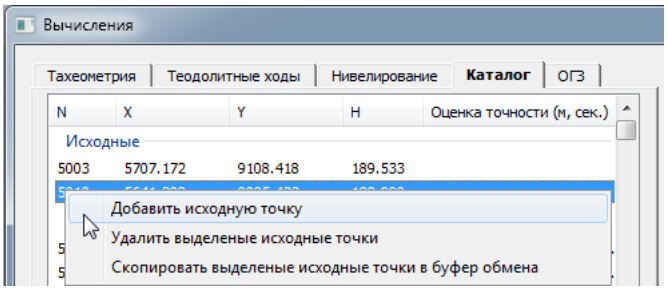

рис. 4

Команда **«Добавить исходную точку»** вызывает окно диалога, представленное на рис. 5. Имя, координаты и высоты исходных точек вводятся вручную набором с клавиатуры или вставляются из буфера обмена. Целая и дробная части разделяются точкой. Допускается ввод высоты без координат или, наоборот, ввод координат без высоты.

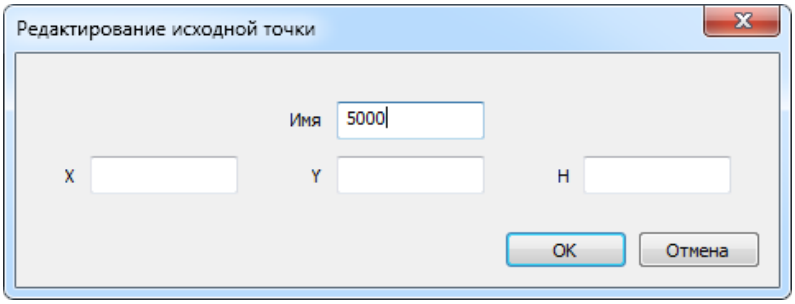

рис. 5

Кнопка «**Редактировать**» – редактирование имени, координат и высот исходной точки.

Кнопка «**Удалить вычисленные**» – удаление из каталога всех вычисленных точек.

Кнопка «**Экспорт**» – экспорт исходных и вычисленных точек в другие приложения в форматы **txt** или **top**.

2.3.2. Тахеометрия

Инструментарий для ввода данных тахеометрии, как импортом из формата электронного тахеометра, так и посредством ручного ввода обеспечивает вкладка «Тахеометрия» (рис. 6).

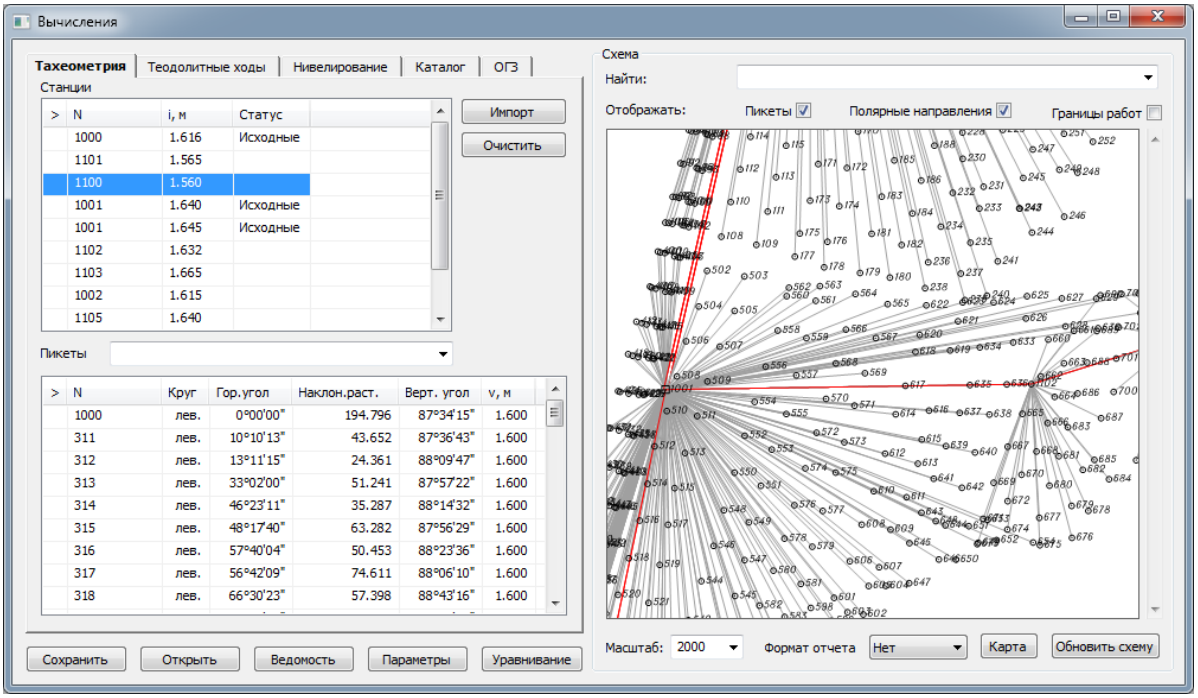

рис. 6

В верхнем поле находятся список станций, с которых производились измерения с информацией о них (номер станции, высота инструмента, статус - исходные или нет). В нижнем поле – список точек наблюдения.

По команде **«Импорт»** в вычислительный модуль импортируются данные регистратора электронного тахеометра, сохранённые на жестком диске в формате SDR33 или Nikon Raw (рис. 7).

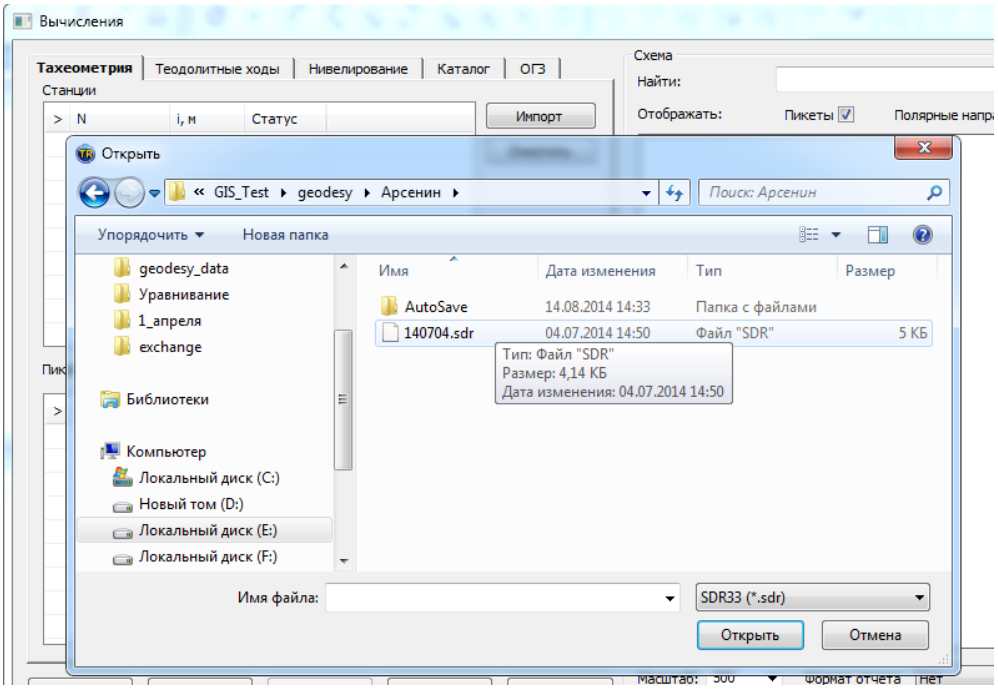

рис. 7

По команде **«Очистить»** программа удалит все измерения из вкладки **«Тахеометрия».**

Добавить, удалить, отключить/включить станцию можно командой из контекстного меню, которое станет доступным по нажатию правой кнопки мыши (рис. 8).

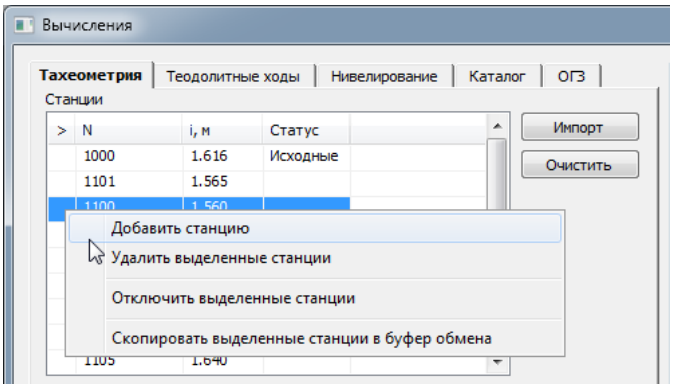

рис. 8

При выборе пункта **«Добавить станцию»** программа сначала предложит ввести ее имя, а потом предложит ввести имя точки наблюдения. После этого станция будет создана и добавлена в конец списка.

Команда **«Удалить станцию»** выполнит удаление выделенной станции вместе со всем списком измерений.

Команда **«Отключить станцию»** пометит выделенные станции как недоступные для обработки.

Для включения станций в обработку их необходимо выделить и в контекстном меню выбрать пункт **«Включить станцию»**.

Для редактирования имени станции или высоты инструмента необходимо выделить необходимую станцию, а потом левой кнопкой мыши щелкнуть по нужному параметру. В появившемся поле ввода следует ввести необходимое значение и нажать Enter.

При выделении станции в нижнем поле появится список точек наблюдения.

Действия по добавлению, удалению, отключению/включению точек наблюдения аналогичны действиям при работе со станциями (рис. 9).

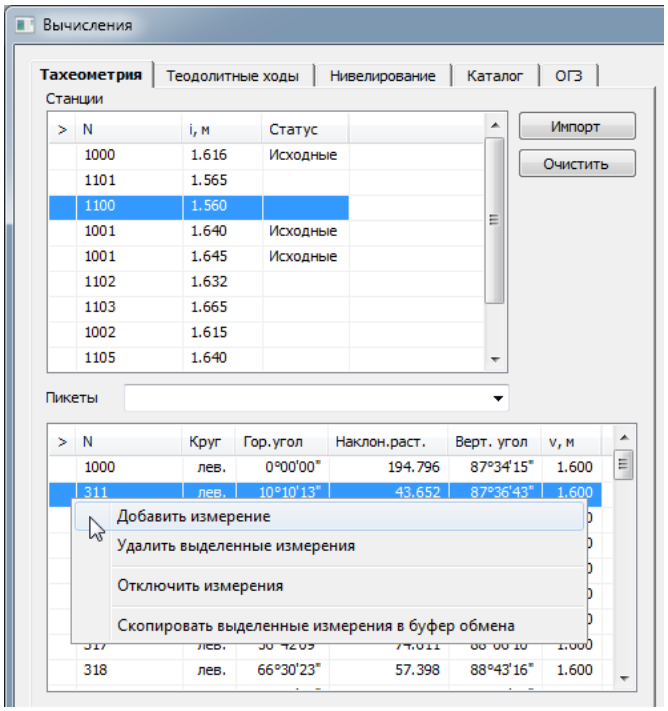

рис. 9

Для редактирования параметров точки наблюдения сначала её необходимо выделить, а затем левой кнопкой мыши щелкнуть в нужное поле.

Углы можно заносить как в градусах-минутах-секундах, так и в градусах в виде десятичной дроби.

Ввод углов в виде десятичной дроби вводится привычным способом. Ввод в градусах-минутах-секундах начинается с ввода градусов, далее следует ввести любой нецифровой символ, отличный от точки. После цифр в поле ввода появится значок градуса «°». Далее следует приступить к вводу минут и секунд, которые вводятся аналогично градусам. Завершается ввод нажатием клавиши Enter.

Важно: в вертикальных углах отсчет ведется от зенита.

Смена положения вертикального круга выполняет посредством команды меню, которое появляется при нажатии левой кнопки мыши в поле **«Круг»** выделенной точки наблюдения (рис. 10).

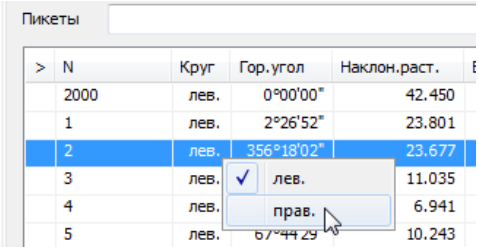

рис. 10

Список точек наблюдения может быть большим, и поиск определенной точки может занять значительное время. Быстро решить эту задачу можно при помощи инструмента поиска пикета, который располагается между списком станций и списком точек наблюдения. После ввода первых символов имени пикета вниз выпадет список имен точек, в которых встречается комбинация этих символов (рис. 11). Завершить поиск возможно либо выбором нужной записи из списка, либо полным вводом имени точки с последующим нажатием клавиши Enter. Список автоматически «прокрутится» на нужную запись.

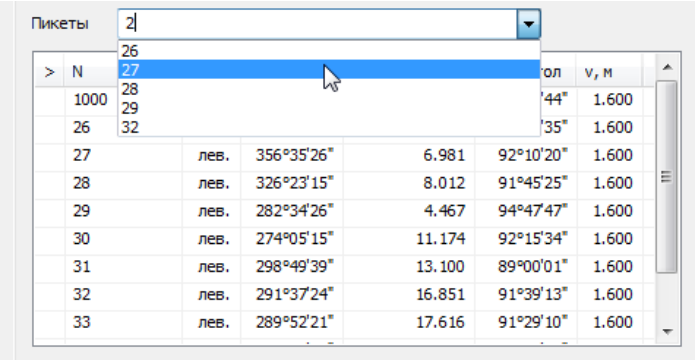

рис. 11

2.3.3. Теодолитные ходы

Вкладка **«Теодолитные ходы»** содержит инструментарий для ручного ввода теодолитных ходов (рис. 12).

В верхнем поле располагается список теодолитных ходов, в нижнем – измерения. Измерения содержат вычисленные средние значения горизонтальных углов и вычисленные средние значения расстояний, приведённых к горизонту.

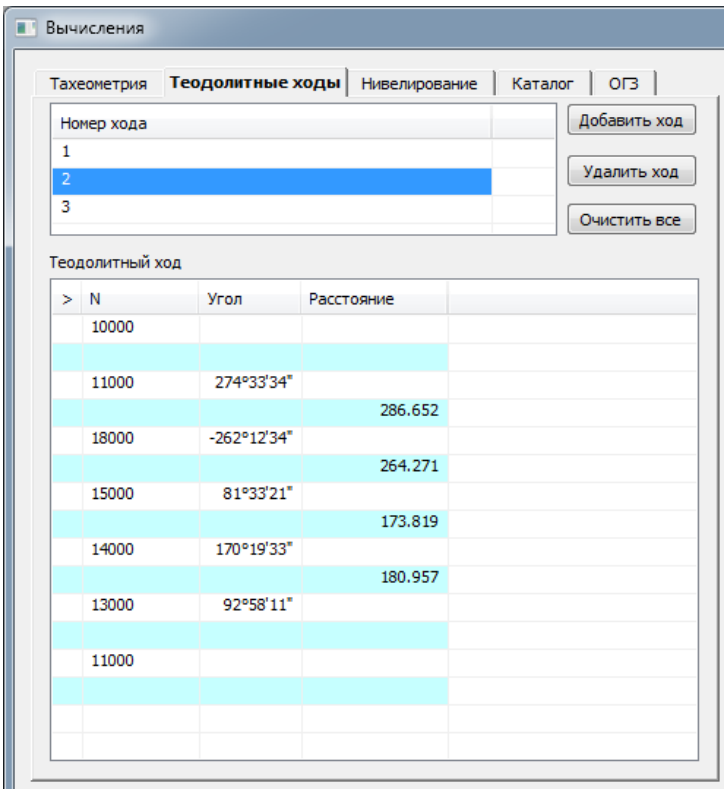

рис. 12

Для добавления в список ходов нового теодолитного хода необходимо нажать кнопку **«Добавить ход»**.

Нажатие кнопки **«Удалить ход»** приводит к удалению выделенного теодолитного хода со всеми измерениями.

Кнопка **«Очистить все»** отвечает за удаление всех измерений из вкладки **«Теодолитные ходы»**.

Для ввода новых измерений необходимо сделать щелчок левой кнопкой мыши по полю имени. В этом месте должно появиться поле ввода, в которое следует занести номер точки (рис. 13).

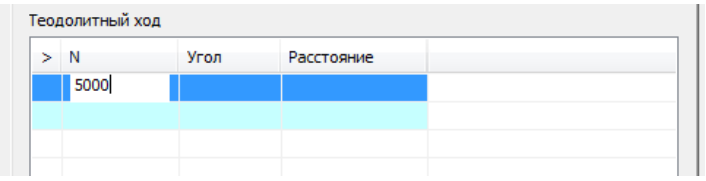

рис. 13

Завершается ввод клавишей Enter, после чего поле ввода автоматически появится в следующей графе.

Для удаления точки из середины хода ее необходимо выделить, вызвать контекстное меню правой кнопкой мыши и выбрать пункт **«Удалить точку»** (рис. 14).

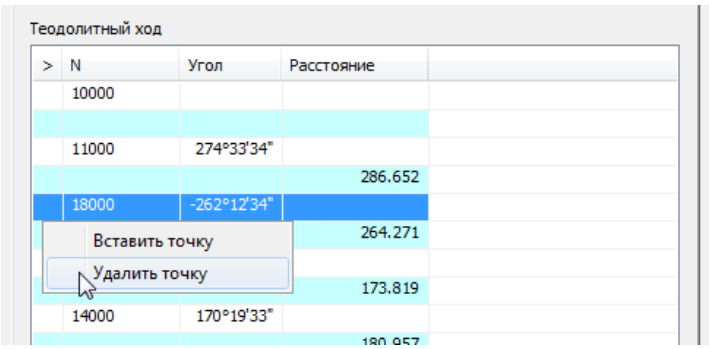

рис. 14

Команда **«Вставить точку»** создаст новую точку перед выделенной с созданием поля ввода номера.

2.3.4. Нивелирные ходы

Инструменты вкладки «Нивелирные ходы» предназначены для ручного ввода ходов геометрического нивелирования.

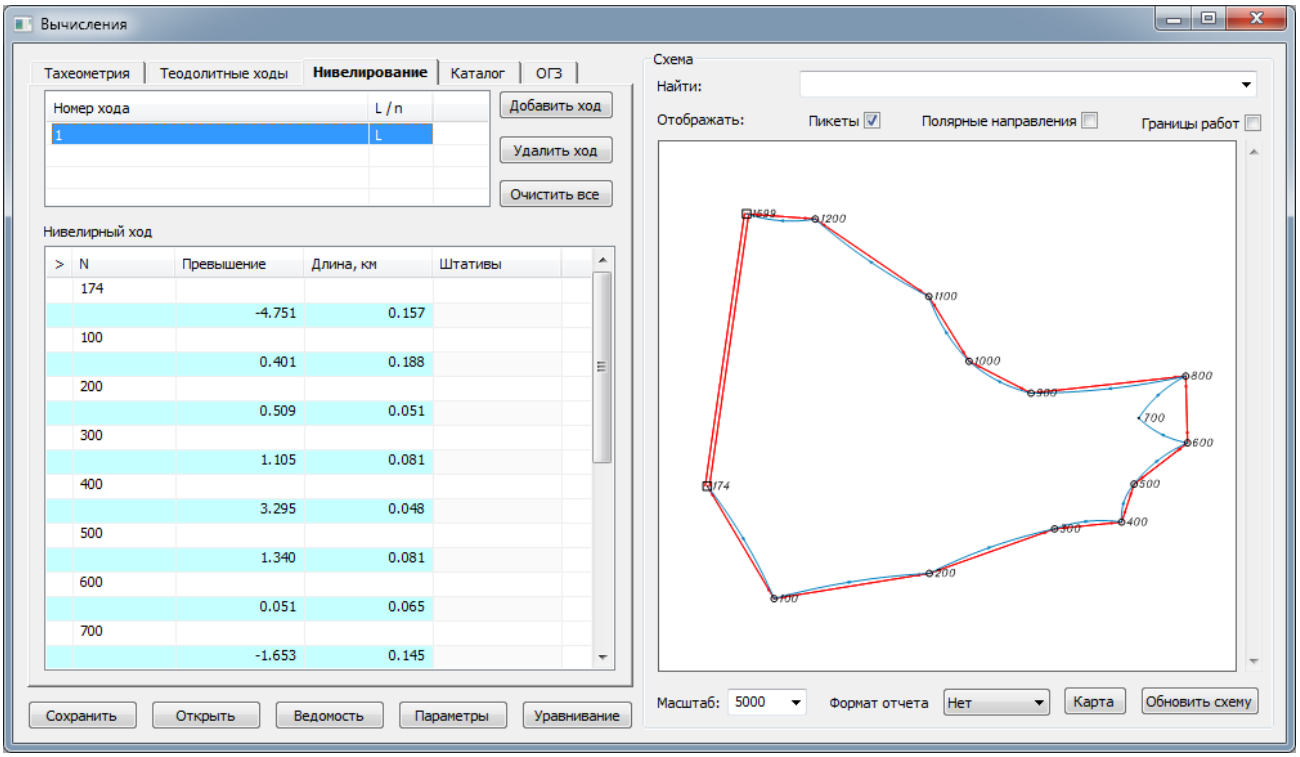

рис. 15

Верхнее поле – номера ходов, нижнее поле – ввод измеренных величин, содержащих вычисленные значения превышений между точками, а также расстояния или количество штативов между ними.

Действия кнопок **«Добавить ход»**, **«Удалить ход»** и **«Очистить все»** аналогичны действиям одноименных кнопок вкладки **«Теодолитные ходы»**.

Нивелирные ходы кроме номера содержат еще параметр «**L/n**», который означает единицы измерения, необходимые для вычисления допустимых невязок. Этот параметр принимает значения или **«L»**, что означает расстояние в километрах между точками, или **«n»** – количество штативов между точками.

Для изменения этого параметра необходимо сделать по нему щелчок левой кнопкой мыши. При этом должен быть выделен интересующий нивелирный ход. После щелчка в появившемся меню выбрать необходимый пункт (рис. 16).

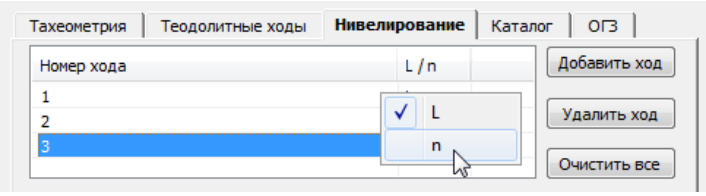

рис. 16

Способ ввода данных нивелирных ходов аналогичен способу вводу теодолитных ходов.

Нивелирные ходы, если это возможно, показываются на схеме синими дугами.

2.4. Схема

Инструменты для работы с общей схемой измерений представлены в правой части основного окна **«Вычисления»**. После ввода исходных данных нажатие на кнопку **«Обновить схему»** программа выполнит предварительные вычисления, описанные в п. 2.5.1. Предварительные вычисления, и вычислит предварительные координаты станций и пикетов. На схеме будут показаны исходные пункты, станции и пикеты, включая связи между точками (рис. 6). Пикеты и полярные направления на них можно отключить, сняв соответствующие флажки. Масштабирование схемы осуществляется поворотом колеса прокрутки мыши. Перемещение достигается нажатием средней кнопки мыши (колеса) и перетаскиванием карты, пока средняя кнопка остается нажатой.

После уравнивания при установленном флажке «Показать весь процесс уравнивания» на схеме будут отображаться номера углов и линий.

2.4.1. Поиск

Поле «**Найти**» позволяет найти точку по имени на схеме и во вкладках «**Каталог**» и **«Тахеометрия»**. Для вкладки «Тахеометрия» поиск ведется только среди станций. При активной вкладке **«Теодолитные ходы»** или **«Нивелирование»** поиск не ведется.

После ввода первых символов ниже поля ввода раскроется список, в котором будут представлены точки, в имени которых встречаются введенная последовательность символов. Для завершения поиска надо нажать Enter или выбрать из списка интересующее имя. Найденная точка будет позиционирована в центр окна и подсвечена зеленым цветом. Также точка будет выделена на активной вкладке (рис. 17).

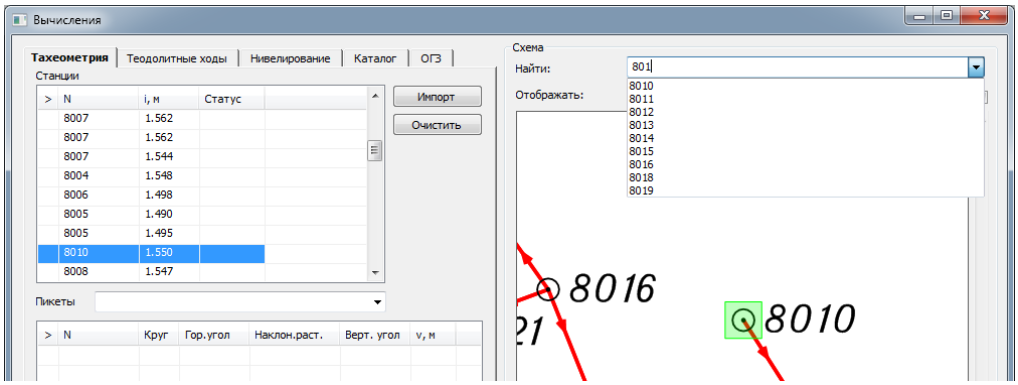

рис. 17

2.4.2. Границы съёмочных работ

Для построения границ съемочных работ необходимо поставить соответствующий флажок в правой верхней области основного окна, сдвинуть бегунок полосы прокрутки и дождаться пересчета (пересчет запускается через 1 секунду после последнего сдвига). Повторяя это действие можно получить оптимальную конфигурацию границы. При перемещении бегунка вверх форма границы будет стремиться к выпуклому многоугольнику (рис. 18, рис. 19).

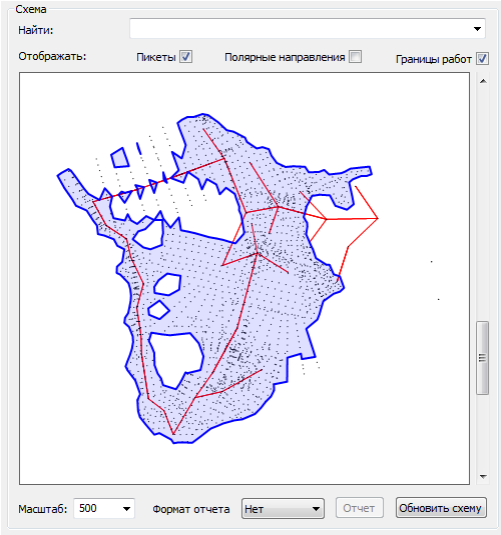

рис. 18

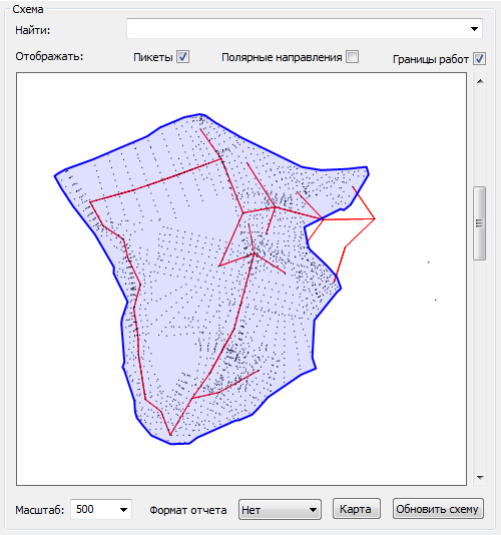

рис. 19

2.4.3. Экспорт схемы в окно карты

Для экспорта всех элементов схемы в карту необходимо нажать кнопку «Карта». По этой команде будет создано новое окно карты с временным слоем, в который будут помещены все отображаемые элементы схемы. Размер элементов определяется масштабом.

2.4.4. Экспорт схемы для печати

Для подготовки схемы к печати необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1) Выбрать формат отчета.

   После задания необходимого формата в центре схемы появится схематичное изображение листа и элементов оформления. Сдвигая схему по окну, добиться её оптимального расположения на листе (рис. 20).

2) Нажать кнопку **«Отчет»**.

По этой команде схема будет экспортирована в окно отчета (рис. 21). Дополнительно в это окно будет вставлена сетка планшетов для масштаба, задаваемого в п. 2.2. Настройки.

Полученный отчет можно отредактировать, распечатать, сохранить в файл или экспортировать в растр с задаваемым разрешением.

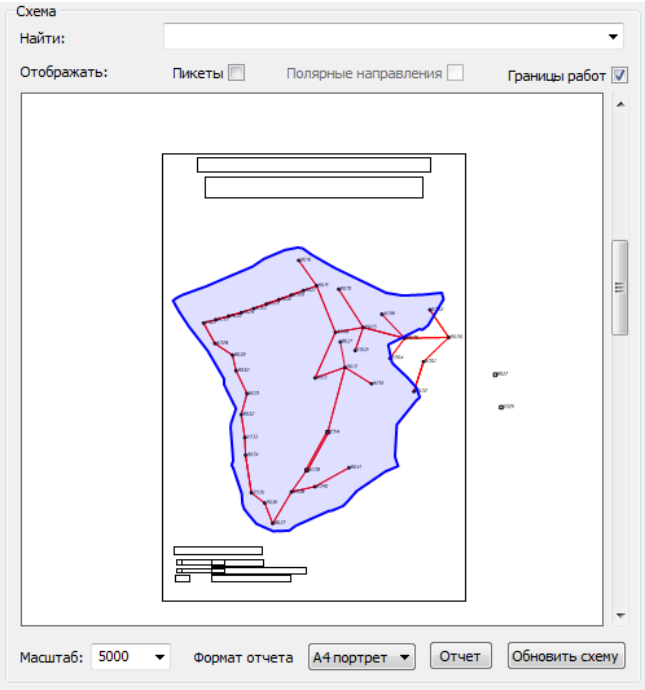

рис. 20

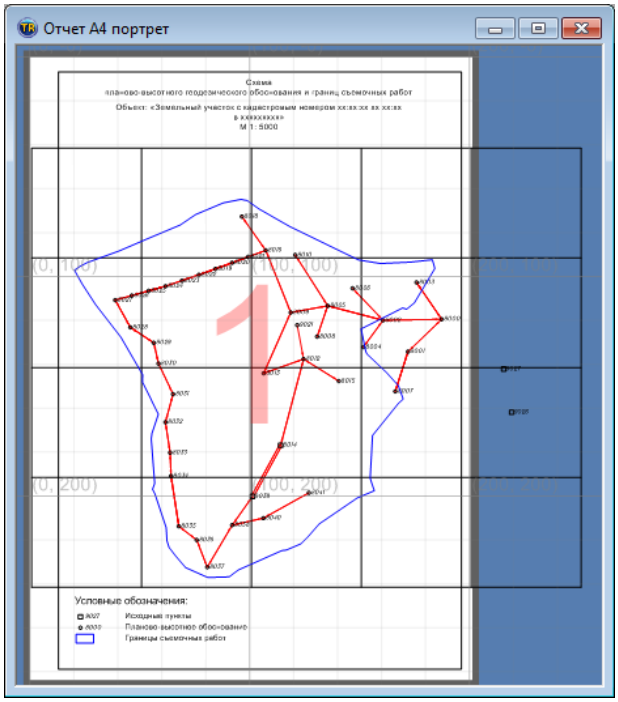

рис. 21

2.5. Уравнивание

После ввода исходных данных следует провести уравнивание. Процесс уравнивания запускается нажатием кнопки **«Уравнивание».**

2.5.1. Предварительные вычисления

Перед проведением уравнивания, а также перед построением общей схемы измерений, автоматически происходит предварительная обработка данных, в том числе:

- вычисление средних значений измеренных горизонтальных и вертикальных углов (зенитных расстояний) из полуприёмов и приёмов;
- вычисление горизонтальных проложений по измеренным наклонным расстояниям и вертикальным углам (зенитным расстояниям);
- вычисление средних значений линий, измеренных в прямом и обратном направлениях;
- вычисление превышений, полученных методом тригонометрического нивелирования;
- выявление ошибок измерений, превышающих допустимые значения;
- на основе данных измерений программа создаёт полигоны, вычисляет предварительные координаты точек и невязки.

На этапе предварительных вычислений формируются предупреждающие сообщения, если значения полученных невязок превышают их допустимые значения.

Перед этапом уравнивания пользователю будут выведены эти сообщения. Далее пользователь должен либо продолжить уравнивание, не смотря на предупреждения, либо нажать кнопку «Отмена» и приступить к исправлению ошибок.

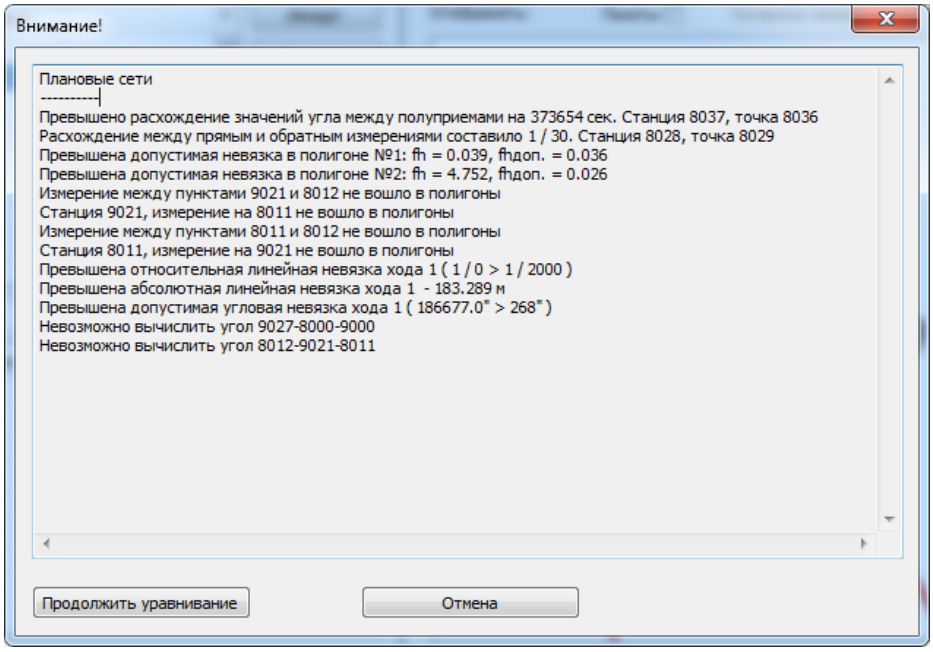

рис. 22

На рис. 22 показана искусственная ситуация с ошибками. С математической точки зрения уравнивание возможно, но практического смысла оно иметь не будет, т.к. имеются ошибки либо в исходных пунктах, либо в измерениях.

Если все величины находятся в допусках, это сообщение не будет выведено, программа сразу перейдет к этапу **«Уравнивание»**.

2.5.2. Уравнивание

В программе реализовано уравнивание только для двух типов классических геодезических построений: теодолитных и нивелирных ходов.

При проведении уравнивания вычисляются поправки к горизонтальным углам и к расстояниям между точками для плановых сетей, и поправки к превышениям между точками для высотных сетей.

Строгое уравнивание плановых и высотных сетей производится классическим коррелатным способом по методу наименьших квадратов с условием $[pv^2]=min$. Оценка точности результатов уравнивания плановых и высотных сетей выполняется по средним квадратическим погрешностям (СКП) относительно исходных пунктов для каждой уравненной точки сети.

При наличии данных тригонометрического и геометрического нивелирования по одним и тем же точкам, тригонометрическое нивелирование программой игнорируется, уравнивается только геометрическое. При уравнивании тригонометрического нивелирования допустимая высотная невязка рассчитывается по формулам геометрического.

Программа совместно уравнивает как данные, импортированные из файла электронного тахеометра, так и введённые вручную.

2.5.3. Заполнение каталога и вывод отчетных ведомостей

Во время проведения уравнивания создается файл отчетной ведомости в формате RTF, который содержит:

- ведомость измеренных и уравненных величин для теодолитных ходов с вычислением μ и m_μ;
- ведомость вычисления координат висячих точек плановых сетей;
- ведомость измеренных и уравненных величин для нивелирных ходов с вычислением СКП нивелирования на 1 км хода;
- ведомость вычисления высот висячих точек технического нивелирования;
- ведомость оценки точности планово-высотной съемочной сети по СКП точек относительно исходных пунктов;
- список координат и высот точек съемочной сети.

Координаты и высоты точек съемочной сети, а также пикетов, заносятся в **«Каталог»**. Вместе с обновлением каталога происходит обновление общей схемы измерений, поэтому возможен незначительный сдвиг положения станций и пикетов.

3. Обратная геодезическая задача (ОГЗ)

Инструментарий для решения обратной геодезической задачи размещается во вкладке «ОГЗ» (рис. 23).

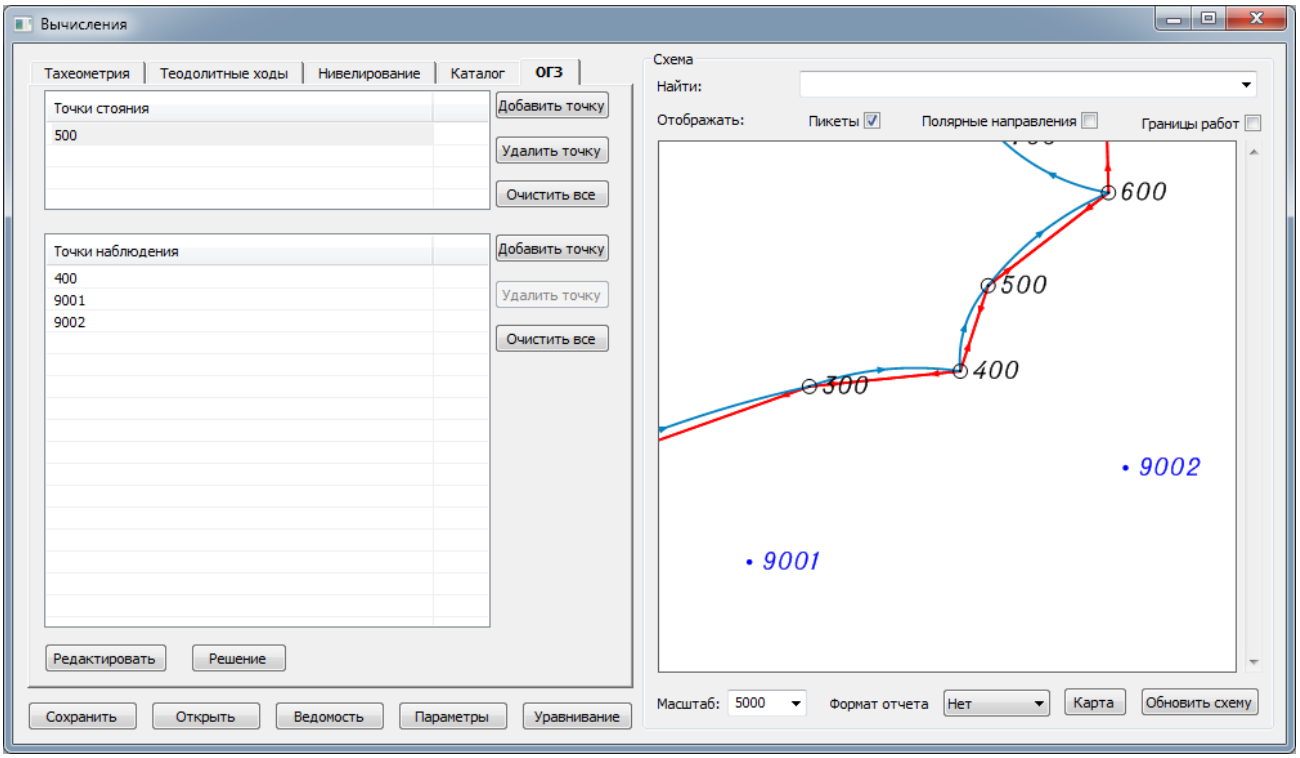

рис. 23

Сверху располагается список точек стояния, ниже список точек наблюдения. Кнопка «Добавить точку» вызывает окно редактирования (рис. 24).

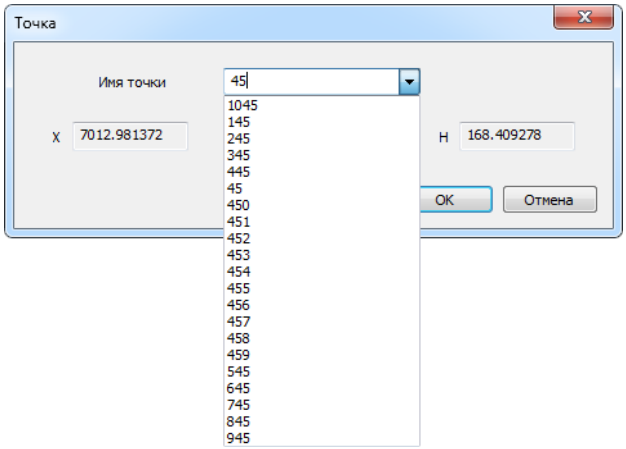

рис. 24

При вводе имени в выпадающем списке показаны все имеющиеся в проекте точки, в имени которых встречается введенная строка.

Если точка с введенным именем уже существует, то в полях x, y и H показываются координаты.

Если же такой точки в проекте нет, то координаты следует ввести.

Для редактирования уже существующей точки, эту точку необходимо выделить в соответствующем списке и нажать кнопку «Редактировать».

Для решения ОГЗ необходимо нажать кнопку «Решение» и ввести имя файла ведомости. Вычислительный модуль сформирует ведомость как на рис. 25.

Точка стояния	500	x=5 046.695		y=12 126.946		H=137.505
Точки наблюдения						
№	x	y	H	Дирекц.угол	Гориз.пролож.	h
400	5 001.277	12 112.110	134.211	198°05'24"	47.779	-3.295
9001	4 900.000	12 000.000		220°52'19"	193.996	
9002	4 950.000	12 200.000	155.100	142°55'42"	121.189	+17.595

рис. 25

4. Сохранение и восстановление

Кнопка **«Сохранить»** отвечает за сохранение в файл текущего состояния программы в формате xml. В файл также сохраняются вычисленные координаты, высоты и величины оценок точности для точек. Эти значения могут быть использованы при импорте точек в КГПК «Терра.Топография».

«Открыть» – восстановление состояния программы из файла.

Кнопка **«Ведомость»** открывает отчетные материалы, созданные ранее командой **«Уравнивание»**.

Кнопка **«Параметры»** открывает окно настроек, описанное в п. 2.2. Настройки.