**Taheoport**

Программное обеспечение для обработки геодезических измерений.

Руководство пользователя.

@Низовкин А.В. 2022г.

Введение.

Электронные тахеометры используются  при проведении всех геодезических работ, связанных с измерениями: создание опорных сетей, топографические съемки, работы при инженерных изысканиях в строительстве, измерениях деформаций земной поверхности и инженерных сооружений, при маркшейдерских работах в горных выработках и др.

Высокая точность и наличие в современных приборах безотражательного режима измерений расстояний в сочетании с необходимым программным обеспечением делает тахеометр универсальным, а иногда и безальтернативным инструментом геодезиста.

Развитие геодезического спутникового оборудования позволяет решать многие прикладные задачи геодезии, в том числе и определение координат опорной и съёмочной сети. Используя GNSS, можно определять координаты точек съёмочной сети параллельно и совместно с изысканиями.

При достаточном количестве спутников, приемлемом удалении от базовой станции, на участке работ лишённом высоких сооружений (генераторов отражённого сигнала), и не требующем высокой точности, вполне возможно выполнить работу исключительно с использованием GNSS оборудования.

Очевидно, что самые передовые спутниковые технологии далеко не всегда могут быть использованы для эффективной работы и получения результата с необходимым и достаточным уровнем точности. Сможете ли Вы выполнить исполнительную съёмку нефтеперерабатывающего завода с “миллионом” опор и эстакад в разных уровнях с использованием исключительно GNSS. Что делать если трасса Ваших изысканий пересекает высокоствольный лес, изрезанный оврагами и балками или проложена в узкой полосе многоэтажной городской застройки?

Использование электронного тахеометра во многих случаях является не только оправданным, но и единственно возможным и кроме того более эффективным способом решения поставленной задачи.

Развитие планово-высотной съёмочной сети (ПВСС) путём прокладки полигонометрических и нивелирных ходов (полигонов) между пунктами планово-высотной опорной сети (ПВОС) лишено ограничений GNSS и позволяет оценить точность выполненных измерений.

Измеренные тахеометром линейные и угловые величины, а также координаты точек съёмочной сети позволяют вычислить пространственные координаты определяемых точек (характерных точек местности в случае топографических съёмок), которые могут быть использованы для построения цифровой модели местности или 3D модели сооружения или других задач.

Taheoport предоставляет возможность автоматизировать часто встречающиеся в практике задачи:

* Импорт измерений из файлов измерений электронных тахеометров;
* Редактирование исходных данных и получение координат определяемых точек;
* Извлечение полигона из файла измерений;
* Уравнивание планово-высотных ходов с различным способом привязки к опорной геодезической сети и получение координат точек съёмочной сети;
* И другие.

Результаты полевых измерений Вы можете сохранить на диске и в случае необходимости изменить, просмотреть эту информацию. Taheoport позволяет получить результаты обработки в виде текстовых файлов, которые Вы можете использовать как основу для построения цифровой модели местности в различных программах – геоинформационных системах, таких как Digitals, Autocad, Credo и.др., а также ведомости вычисления координат.

/\* Использование Taheoport для постобработки полевых измерений, выполненных электронным тахеометром сводит к минимуму записи в полевых бумажных журналах, что снижает зависимость геодезиста от погоды.\*/

Решаемые задачи.

Предположим, что Вы – счастливый обладатель электронного тахеометра и перед Вами стоит задача: Создать цифровую модель участка местности или выполнить топографическую съёмку для межевания земельного участка или выполнить съёмку фасада здания для его реконструкции или что-то ещё. В любом случае Вам необходимо получить координаты характерных точек объекта, будем называть их пикетами.

Для этого необходимо и достаточно произвести линейно-угловые измерения на эти пикеты, устанавливая тахеометр над одной или несколькими точками (станциями) с известными или определяемыми в ходе измерений координатами, ориентируя инструмент на точку с известными координатами (ориентир).

На каждой станции перед измерениями на пикеты в накопителе тахеометра регистрируется:

* название станции \*
* название ориентира \*
* высота инструмента
* выполняется ориентирование прибора \*\*

В общем случае, если измерения производятся с использованием вехи с отражателем, для каждого пикета определяются и регистрируются в накопителе тахеометра:

* название (код) пикета
* горизонтальный угол на пикет
* длина линии между станцией и пикетом
* угол наклона линии или зенитное расстояние
* высота цели (вехи с отражателем)

\* Могут быть заполнены в процессе редактирования файла измерений на вкладке «Измерения».

\*\* Обычно, перед началом линейно-угловых измерений, выполняется процедура ориентирования тахеометра, в результате чего ноль горизонтального круга инструмента соответствует направлению на ориентир.

Результаты измерений сохраняются в специальных файлах, в которых определённым образом закодирована информация зарегистрированная в тахеометре. Не существует единого формата подобных файлов.

1. Импорт измерений.

Taheoport импортирует данные из файлов измерений в собственный формат и позволяет сохранить данные на диске в файле с расширением tah. Кроме того существует возможность создать файл измерений вручную, воспользовавшись возможностями редактора измерений.

Для импорта измерений из файла измерений Вашего ХХХХ тахеометра перейдите на вкладку «Измерения» и выберите в главном меню программы пункт ФАЙЛ – ИМПОРТ – ХХХХ. Используя предложенный диалог выберите файл на диске Вашего компьютера. В случае успешного импорта Taheoport предложит сохранить на диске измерения в собственном формате в файле с расширением tah.

Используя возможности редактора измерений (вкладка «Измерения»), дополните полученный набор данных координатами станций и ориентиров.

Выберите пункт главного меню ИНСТРУМЕНТЫ – ОБРАБОТАТЬ (УРАВНЯТЬ) или нажмите соответствующую кнопку на панели инструментов. Программа вычислит координаты пикетов и предложит стандартный диалог сохранения файла с расширением dat.

Выберите пункт меню ИНСТРУМЕНТЫ – ОБРАБОТАТЬ И ПРОСМОТРЕТЬ или нажмите соответствующую кнопку на панели инструментов.

Открывшееся окно «Результаты обработки» имеет панель инструментов и две вкладки:

* «Каталог координат» – отображает каталог координат пикетов
* «Ведомость вычисления координат» – отображает ведомость вычисления (X, Y, Z) координат пикетов, полученных в результате обработки

Нажмите кнопку «Сохранить на диске» окна «Результаты обработки» чтобы сохранить в файл содержимое активной вкладки.

2. Извлечение полигона.

Для того, чтобы получить координаты одиночного полигона, опирающегося на твёрдые пункты (точки ПВОС), наблюдатель должен измерить горизонтальные углы между сторонами полигона, длины сторон полигона, определить углы наклона измеряемых линий, высоты инструмента и высоты целей, то есть те же измерения, что и на пикеты, но в прямом и обратном направлении, что позволит оценить точность измерений и избежать грубых ошибок. Измерения, производимые в поле записываются в полевом журнале (настоятельно рекомендуется) и (или) регистрируются в памяти тахеометра.

Предположим, что Вы выполняете тахеометрическую съёмку участка местности и параллельно с этим производите измерения в полигоне, опирающемся на две пары пунктов с известными координатами на концах этого полигона. С этой целью, на каждой станции вы производите линейно-угловые измерения на заднюю и переднюю точки полигона, регистрируя их в памяти тахеометра.

Taheoport может извлечь полигон из файла измерений, предполагая, что первая запись измерений на каждой станции, это измерения на заднюю точку полигона, а вторая, это измерения на переднюю точку. Исключить станцию из полигона можно пометив её специальным префиксом (см. настройки). Программа создаёт полигон, используя средние значения горизонтальных проложений и превышений, вычисленных в прямом и обратном направлениях.

В модели Taheoport полигон это упорядоченный набор (массив, перечень) станций, для каждой из которых определены:

* Название станции;
* Горизонтальный угол между задней и передней точками полигона;
* Горизонтальное проложение между станцией и передней точкой;
* Превышение между станцией и передней точкой.
* Координаты X, Y, Z\*

\* Только для твёрдых пунктов полигона.

Не забывайте следить за настройкой Вашего инструмента. Проводите поверки и при необходимости юстировки тахеометра. Следите за величиной коллимацонной ошибки и места нуля, корректной работой жидкостных уровней.

Откройте файл измерений (\*.tah), содержащий полигон на вкладке «Измерения» или импортируйте его из файла измерений Вашего тахеометра. Выберите пункт меню ИНСТРУМЕНТЫ – ИЗВЛЕЧЬ ПОЛИГОН.

Открывшееся окно «Анализ извлечения полигона из файла измерений» имеет панель инструментов и отображает ведомость вычисления средних значений горизонтальных проложений и превышений, полученных в результате математической обработки измерений в прямом и обратном направлениях.

Нажмите кнопку «Сохранить на диске» окна «Анализ извлечения полигона из файла измерений» чтобы сохранить в файл содержимое окна.

Используя возможности редактора полигона (вкладка «Полигон»), дополните открытый на вкладке полигон координатами твёрдых пунктов.

Выполните уравнивание полигона ИСТРУМЕНТЫ – ОБРАБОТАТЬ (УРАВНЯТЬ).

На панели «Результаты уравнивания» будут отображены величины полученных в результате математической обработки фактических невязок. Невязки, не превышающие допустимых значений, будут зелёного цвета, иначе – красного.

Выберите пункт меню ИНСТРУМЕНТЫ – ОБРАБОТАТЬ И ПРОСМОТРЕТЬ или нажмите соответствующую кнопку на панели инструментов.

Открывшееся окно «Результаты уравнивания полигона» имеет панель инструментов и три вкладки:

* «Каталог координат» – отображает каталог координат точек полигона
* «Ведомость вычисления координат» – отображает ведомость вычисления плановых (X, Y) координат точек полигона и технические параметры полигона, полученные в результате уравнивания
* «Ведомость вычисления высот» – отображает ведомость вычисления высот (Z) точек полигона и технические параметры, полученные в результате уравнивания

Нажмите кнопку «Сохранить на диске» окна «Результаты уравнивания полигона» чтобы сохранить в файл содержимое активной вкладки.

Полученный таким образом каталог координат (\*.kat), Вы можете использовать как внешний подключаемый каталог, выбрав пункт меню ИНСТРУМЕНТЫ – ЗАГРУЗИТЬ КАТАЛОГ или нажав соответствующую кнопку на главной панели инструментов.

Ведомости координат и высот содержат информацию о процессе и результатах математической обработки исходных данных и могут быть использованы Вами для отчёта о выполненной работе.

3. Уравнивание полигона.

Taheoport выполняет уравнивание и оценку точности одиночного полигона, имеющего одну из следующих типов привязки:

1. Полигон, опирающийся на твёрдые стороны в начале и в конце.
2. Полигон, опирающийся на твёрдую сторону в начале и твёрдую пункт в конце.
3. Полигон, опирающийся на твёрдый пункт в начале и твёрдую сторону в конце.
4. Полигон, опирающийся на твёрдые пункты в начале и в конце.
5. Полигон, опирающийся на твёрдую сторону в начале и не имеющий привязки в конце\*
6. Полигон не имеющий в начале привязки и опирающийся на твёрдую сторону в конце\*

\* Программа вычисляет координаты висячих (свободных) ходов, без уравнивания вследствие недостатка избыточных данных.

Taheoport сохраняет полигоны в файлах с расширением “pol”.

В модели Taheoport полигон – упорядоченный набор (массив, перечень) станций, для каждой из которых определены:

* Название станции;
* Горизонтальный угол между задней и передней точками полигона;
* Горизонтальное проложение между станцией и передней точкой;
* Превышение между станцией и передней точкой;
* Координаты X, Y, Z\*

\* Только для твёрдых пунктов полигона.

Главное меню и панель инструментов программы Taheoport являются контекстно-зависимыми. Для работы с полигоном перейдите на вкладку «Полигон».

Создайте новый полигон, выбрав пункт меню ФАЙЛ – СОЗДАТЬ или нажав на соответствующую кнопку на панели инструментов.

Или получите его с помощью инструмента «Извлечение полигона».

Или откройте созданный ранее полигон, выбрав пункт меню ФАЙЛ – ОТКРЫТЬ или нажав соответствующую кнопку на панели инструментов.

В разделе «Вкладка Полигон» настоящего руководства дано подробное описание средств редактирования данных и добавления координат твёрдых точек.

Выберите пункт меню ИНСТРУМЕНТЫ – ОБРАБОТАТЬ (УРАВНЯТЬ) или нажмите соответствующую кнопку на панели инструментов.

На панели «Результаты уравнивания» отобразятся величины полученных в результате математической обработки фактических невязок, в соответствии с Вашим типом привязки. Невязки, не превышающие допустимых значений, будут зелёного цвета, иначе – красного.

Выберите пункт меню ИНСТРУМЕНТЫ – ОБРАБОТАТЬ И ПРОСМОТРЕТЬ или нажмите соответствующую кнопку на панели инструментов.

Открывшееся окно «Результаты уравнивания полигона» имеет панель инструментов и три вкладки:

* «Каталог координат» – отображает каталог координат точек полигона
* «Ведомость вычисления координат» – отображает ведомость вычисления плановых (X, Y) координат точек полигона и технические параметры полигона, полученные в результате уравнивания
* «Ведомость вычисления высот» – отображает ведомость вычисления высот (Z) точек полигона и технические параметры, полученные в результате уравнивания

Нажмите кнопку «Сохранить на диске» окна «Результаты уравнивания полигона» чтобы сохранить в файл содержимое активной вкладки.

Полученный таким образом каталог координат (\*.kat), Вы можете использовать как внешний подключаемый каталог, выбрав пункт меню ИНСТРУМЕНТЫ – ЗАГРУЗИТЬ КАТАЛОГ или нажав соответствующую кнопку на главной панели инструментов.

Ведомости координат и высот содержат информацию о процессе и результатах математической обработки исходных данных и могут быть использованы Вами для отчёта о выполненной работе.

Интерфейс Пользователя.

1. Главное меню.

Действия, связанные с выбором пунктов меню и их доступность определяются активной (выбранной пользователем) вкладкой. При запуске программы активна вкладка «Измерения».

Главное меню программы Taheoport состоит из трёх пунктов:

* «Файл» - содержит подпункты:
* «Создать» - в зависимости от контекста создаёт либо проект измерений, содержащий набор из одной станции и измерениями на один пикет с нулевыми значениями, либо проект полигона, содержащий набор из одной станции с нулевыми значениями.
* «Открыть» - предлагает стандартный диалог поиска и открытия файла, тип которого зависит от контекста (\*.tah или \*.pol). Открывает файл в соответствующем редакторе.
* «Импорт» - доступен только при активной вкладке «Измерения» и содержит подпункты с названиями доступных в текущей версии программы типов электронных тахеометров. Выбор одного из подпунктов предлагает стандартный диалог поиска и открытия файла, тип которого зависит от контекста. Открывает файл в редакторе измерений на вкладке «Измерения».
* «Сохранить» - перезаписывает файл открытый в активной вкладке или предлагает стандартный диалог сохранения файла, тип которого зависит от контекста если данные сохраняются впервые.
* «Сохранить как» - предлагает стандартный диалог сохранения файла, тип которого зависит от контекста (\*.tah или \*.pol). Сохраняет данные на локальном диске или внешнем устройстве в файле с выбранным именем.
* «Выход» - завершает выполнение программы, не сохраняя изменений в файлах, открытых на вкладках.
* «Инструменты» - содержит подпункты:
* «Загрузить каталог» - предлагает стандартный диалог поиска и открытия файла типа «Каталог координат», файла с расширением kat. Создаёт в памяти программы новый каталог координат опорных точек, удаляя при этом старый, заполняет его данными из выбранного файла. Полный путь к файлу отображается в текстовом поле на панели инструментов.
* «Обновить координаты опорных точек» - заменяет координаты станций и ориентиров в случае активной вкладки «Измерения» и твёрдых станций, в случае активной вкладки «Полигон» на координаты соответствующих точек установленного каталога координат опорных точек при совпадении названий.
* «Обработать (Уравнять)» - выполняет математическую обработку данных и предлагает стандартный диалог сохранения файла типа \*.dat если активна вкладка «Измерения». При активной вкладке «Полигон», выполняет уравнивание полигона и выводит на панель «Результаты уравнивания» значения фактических невязок.
* «Обработать и просмотреть» - выполняет математическую обработку данных и открывает окно с вкладками, содержащими результаты в виде каталогов и ведомостей координат и высот.
* «Извлечь полигон» - извлекает полигон из файла измерений, открытого во вкладке «Измерения». Открывает окно с отчётом о вычислении средних значений горизонтальных проложений и превышений. Открывает полученный полигон на вкладке «Полигон».
* «Настройки» - открывает окно «Настройки».
* «Помощь» содержит подпункты:
* «О программе» - содержит информацию об установленной версии программы и текст лицензионного соглашения.
* «Помощь» - открывает окно «Руководство пользователя» для работы со встроенной справочной системой. Окно не является модальным, то есть Вы можете продолжать работать с Taheoport и держать открытым «Руководство пользователя», что удобно при изучении возможностей программы.

2. Панель инструментов

Панель инструментов главного окна программы Taheoport содержит кнопки, дублирующие действия соответствующих пунктов главного меню и текстовое поле отображающее путь к каталогу координат, если он загружен в память программы.

3. Вкладка «Измерения»

Вкладка «Измерения» предназначена для создания и (или) редактирования файла измерений и состоит из трёх панелей:

1. «Параметры станции» - включает текстовые поля и кнопки для редактирования параметров станции:

* Название станции\*
* X координата станции\*\*
* Y координата станции\*\*
* Z координата станции\*\*
* Высота инструмента i\*\*
* Название ориентира\*
* X координата ориентира\*\*
* Y координата ориентира\*\*
* «Название станции» - кнопка, открывающая окно с каталогом координат. Позволяет вставить координаты станции из каталога. Активна, если в память программы загружен каталог координат опорных точек.
* «Название ориентира» - кнопка, открывающая окно с каталогом координат. Позволяет вставить координаты ориентира из каталога. Активна, если в память программы загружен каталог координат опорных точек.

\* Допустимы любые символы, кроме пробела и «/».

\*\* Допустимы только цифровые символы. Для разделения десятичной части допустимы символы «.» и «,».

1. «Список станций» - имеет панель инструментов для удаления существующих и вставки новых, пустых станций. Список служит для выбора текущей, отображаемой на вкладке станции для просмотра и редактирования.
2. «Результаты измерений» - имеет панель инструментов для удаления существующих и вставки новых, пустых полей в таблицу измерений. Таблица «Результаты измерений» содержит измерения на съёмочные пикеты, выполненные с текущей станции и состоит из следующих колонок:

* Название – название (код) пикета\*
* Расстояние – наклонное расстояние от станции до пикета, м. \*\*
* Направление – горизонтальное направление на пикет, в формате D.MMSS \*\*
* Уг.Наклона – угол наклона измеренной линии, в формате D.MMSS \*\*
* Выс.Цели – высота цели (отражателя) над пикетом, м \*\*

\* Допустимы любые символы, кроме пробела и «/».

\*\* Допустимы только цифровые символы. Для разделения десятичной части допустимы символы «.» и «,».

4. Вкладка «Полигон»

Вкладка «Полигон» предназначена для создания и (или) редактирования полигона и состоит из трёх основных компонентов:

1. Таблица данных – имеет панель инструментов для удаления существующих и вставки новых, пустых полей в таблицу измерений, вставки координат из загруженного в память программы каталога. Таблица состоит из следующих колонок:

* Название – название станции \*
* Гор.Угол – горизонтальный угол между задней и передней точками полигона, D.MMSS \*\*
* Гор.Длина – горизонтальное проложение между станцией и передней точкой полигона, м. \*\*
* Превышение – превышение между станцией и передней точкой полигона, м. \*\*
* X, Y, Z – координаты станции. Возможно редактирование, если точка является твёрдой, м. Эти поля можно заполнить, вставив координаты из каталога координат опорных точек, загруженного в память программы или воспользоваться пунктом главного меню ИНСТРУМЕНТЫ – ОБНОВИТЬ КООРДИНАТЫ ОПОРНЫХ ТОЧЕК. \*\*
* Опора – переключатель, устанавливающий или отменяющий твёрдый статус станции.

\* Допустимы любые символы, кроме пробела и «/».

\*\* Допустимы только цифровые символы. Для разделения десятичной части допустимы символы «.» и «,».

1. Панель результаты уравнивания – содержит информацию о технических характеристиках полигона. Обновляется после уравнивания полигона. Величины фактических невязок полигона отображаются зелёным цветом если не превышают допустимых величин, установить или изменить которые можно выбрав пункт главного меню ИНСТРУМЕНТЫ – НАСТРОЙКИ.
2. Панель просмотра отображает схему хода в произвольном масштабе, ориентированную на север. Обновляется после уравнивания полигона.

5. Настройки

Окно «Настройки» содержит вкладки «Общие» и «Допуски».

Вкладка «Общие» включает следующие компоненты:

* «Язык интерфейса» - устанавливает выбранный пользователем язык интерфейса
* «Рабочая папка» - панель, содержащая текстовое поле, отображающее путь к рабочей папке и кнопку, открывающую стандартный диалог для выбора локальной папки. Путь к рабочей папке используется в стандартных диалогах открытия и сохранения файлов в качестве папки по умолчанию.
* «Ориентирование тахеометра» - группа переключателей, устанавливающая каким образом определять горизонтальный угол на пикет в таблице измерений на вкладке «Измерения»:
* Ноль тахеометра на Ориентир – инструмент сориентирован на Ориентир с известными координатами, значение в колонке «Направление» это горизонтальный угол между направлениями на ориентир и определяемый пикет.
* Первое измерение на Ориентир – при вычислении координат пикетов горизонтальный угол между направлениями на ориентир и определяемый пикет определяется как разность направлений на пикет и направления на первый, измеренный на станции пикет.
* «Извлечение полигона» - станции, название которых начинаются с выбранного в предложенном списке символа, будут игнорированы при извлечении полигона из файла измерений.

Вкладка «Допуски» содержит панель «Допустимые невязки», включающую компоненты, позволяющие выбрать из предложенных вариантов значения допустимых невязок при уравнивании полигона.

Типы файлов.

Файлы, используемые Taheoport, в зависимости от назначения имеют следующие расширения:

tah – используется программой Taheoport для сохранения файла измерений во внутреннем формате.

pol – используется программой Taheoport для сохранения полигона во внутреннем формате

kat – каталог координат, содержащий массив строк, состоящих из названия точки и координат (X, Y, Z), разделённых пробелом

dat – каталог координат, содержащий массив строк, состоящих из названия точки и координат (X, Y, Z), разделённых пробелом

txt – используется программой Taheoport для сохранения различных ведомостей, отчётов

gsi, row, txt,.. – файлы измерений извлекаемые из тахеометров, соответствующими программами (LeicaGeoOffice, DataTransfer, …)