

УДК 528.02:004.42

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЛИНЕЙНО-УГЛОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Ю.В. Енягин

Для целей геофизических исследований на Бишкекском геодинамическом полигоне разработано программное обеспечение для автоматической верификации данных, хранящихся в формате GSI.

*Ключевые слова:* линейно-угловые измерения; проверка; GSI; программное обеспечение.

## SOFTWARE FOR LINEAR-ANGULAR MEASUREMENTS DATA PREPROCESSING

Yu. V. Yeniagin

It is developed software designed for the purposes of Geophysical Research at Bishkek geodynamic proving ground for automatic verification of GSI-files.

*Key words:* linear-angular measurements; verification; GSI; software.

**Введение.** Лаборатория GPS ИС РАН, помимо космической геодезии, занимается и наземными методами изучения современных движений земной коры [1–4]. Линейно-угловые измерения применяются для определения расстояния и угловых характеристик между двумя геодезическими пунктами. Эти измерения выполняются при помощи высокоточных тахеометров Leica TC 2003 / TS 09. С помощью данного метода можно изучать приповерхностные деформации земной коры по вариациям линейно-угловых характеристик между пунктами.

Измерения ведутся на трех площадках, находящихся в зонах влияния активных разломов земной коры (Алмалы, Кентор, Полигон). На каждой площадке находится от шести до четырнадцати пунктов. При проведении линейно-угловых измерений с помощью прибора вычисляются расстояние между двумя пунктами, вертикальный и горизонтальный углы. Два измеряемых пункта называются базовой линией (рисунок 1). Причем, если прибор установлен на одном пункте, а отражатель на другом – то это одна линия, а если наоборот – другая. На первый взгляд, перемена мест прибора с отражателем должна повлиять лишь на знаки при углах. Но на самом деле это не так. Прибор находится над опорой выше, чем отражатель, из-за чего опорное расстояние измеряется с небольшой погрешностью. Поэтому было принято решение мерить линию дважды, меняя местами прибор с отражателем. Далее с помощью математических

расчетов можно восстановить опорное расстояние и углы.

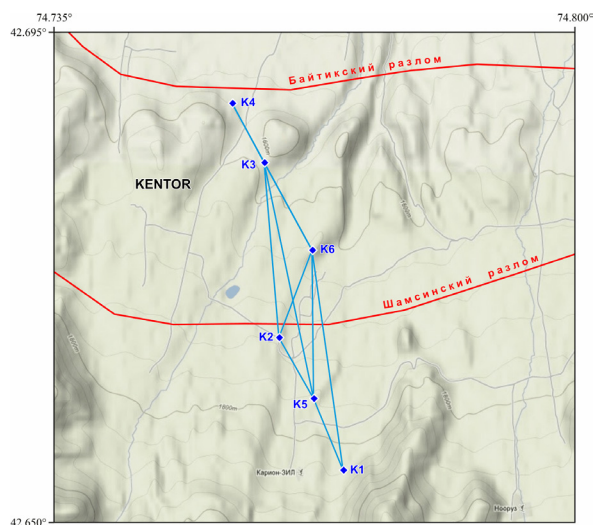


Рисунок 1 – Схема площадки Кентор

При анализе gsi-файлов перед оператором стоят следующие задачи:

- проверка данных, хранящихся в файле, на валидность;
- проверка и исправление неправильно указанных названий измеряемых линий;
- удаление некорректных записей измерений;
- набор статистики по проведенным измерениям.

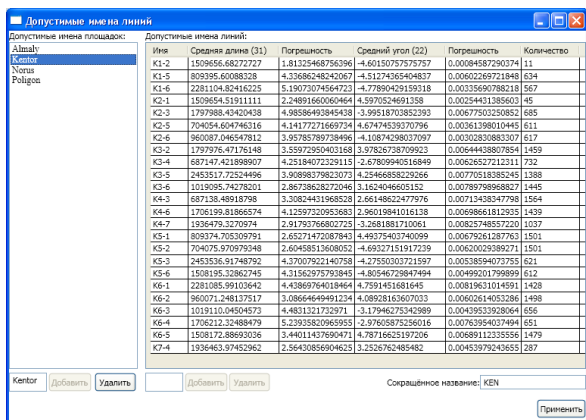


Рисунок 2 – Окно с допустимыми именами площадок и линий

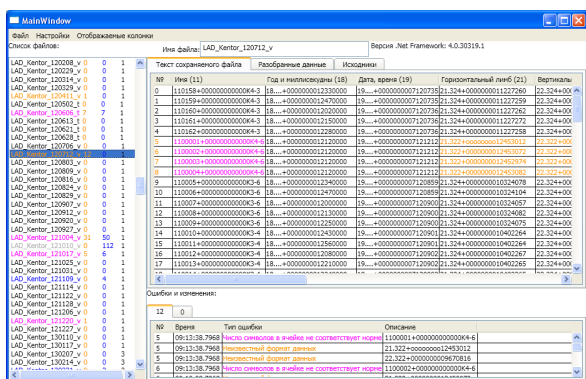


Рисунок 3 – Главное окно программы  
Ключевыми колонками считаются:

- 21 – колонка, содержащая угол горизонтального отклонения прибора по его собственному лимбу;
- 22 – колонка, содержащая угол вертикального отклонения прибора относительно горизонта;
- 31 – колонка, содержащая расстояние

Измерения проводятся с 2006 г. два раза в месяц. За это время скопилось большое количество сырых данных. Ввиду того, что все данные хранятся в закодированном виде, а однотипные ошибки встречаются довольно часто, ручное исправление становится трудоемким и рутинным. Необходимость настоящей разработки возникла из-за отсутствия каких-либо аналогов программного продукта данного характера.

**Описание программного обеспечения.** Программное обеспечение разработано в среде проектирования Microsoft Visual Studio 2010 на языке C# [4] и предназначено для анализа данных линейно-угловых измерений, исправления ошибок в именах линий, а также для набора статистики. Разработка велась с учетом правил именования файлов и измеряемых линий в лаборатории GPS ИС РАН. Описание формата GSI было взято из инструкции по

тахеометрам Leica. Разработанный программный продукт позволяет облегчить и ускорить процесс проверки gsi-файлов.

Программа имеет графический интерфейс и работает в интерактивном режиме. Для корректной работы необходимо ввести все возможные имена площадок и имена линий, соответствующие этим площадкам (рисунок 2). Чтобы открыть окно для редактирования площадок и линий, необходимо в пункте меню “Настройки” (рисунок 6) выбрать подпункт “допустимые имена”. Эти данные достаточно ввести один раз и сохранить. После чего можно приступать к проверке и исправлению данных в файлах.

Список всех загруженных файлов располагается в главном окне программы слева (рисунок 3). Помимо имени файла, в списке содержится количество ошибок (выделено оранжевым цветом), количество исправлений (синим) и количество исходных файлов, вошедших в данный файл. Цвет названия файла зависит от результата работы с программой:

- черный: ошибок не найдено;
- серый: часть записей удалена или перенесена в другой файл;
- синий: все ошибки исправлены автоматически;
- фиолетовый: имеются ошибки в не ключевых колонках (например, дата в имени файла не соответствует дате в измерении);
- оранжевый: имеются ошибки в ключевых колонках. Например, длина линии в измерении равняется нулю (ошибка прибора). О том, какие колонки считаются ключевыми, сказано ниже;
- красный: файл не соответствует формату GSI.

Справа в главном окне расположены данные, хранящиеся в выбранном файле, а также лог проверки. Данные можно просмотреть как в исходном виде, так и в декодированном (рисунок 4). Здесь пользователь может вручную отредактировать данные внутри файла. Чуть выше содержимого файла находится редактируемое текстовое поле с именем этого файла. В нем пользователь может изменить имя сохраняемого файла.

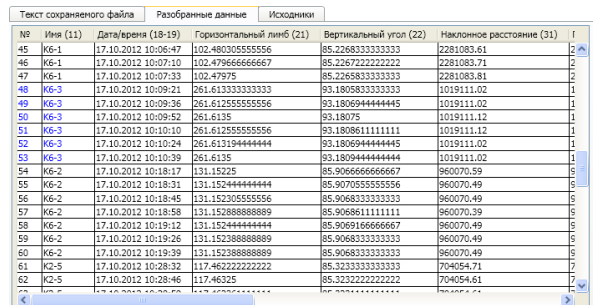


Рисунок 4 – Разобранные данные

Программное обеспечение может работать в двух режимах:

1. Набор статистики.
2. Проверка данных с учетом набранной статистики.

Набор статистики проходит в три этапа.

На первом этапе происходит загрузка всех измерений. На этом этапе измерения с допустимыми именами приписываются соответствующим линиям, а неопознанные измерения записываются отдельно.

Второй этап заключается в “просеивании” измерений с допустимыми именами, чтобы исключить измерения, которые имеют одно имя линии, но относятся к другой. Эти измерения также помещаются к неопознанным.

На заключительном этапе все неопознанные измерения проверяются на принадлежность существующим линиям.

Такой режим набора статистики позволяет одновременно исправлять сырые данные, но ему требуется большая выборка.

На этапе проверки выполняются следующие работы:

- проверка корректности данных (соответствие GSI-формату, а так же проверка на нулевую длину линии);
- проверка корректности названия линии в измерении (есть ли имя линии в списке допустимых имен);
- проверка на согласованность данных измерений с набранной статистикой: Если название линии

не соответствует данным измерения, то программа пытается найти подходящее название; проверка на согласованность даты в измерении с датой в имени файла (проводится в том случае, если в измерении указана дата).

Сверху в окне программы расположено меню. Все команды работы с программой содержатся в пункте “Файл” (рисунок 5).

Ключевые команды, содержащиеся в меню файл:

- “Загрузить папку” – загружает все файлы, содержащиеся в указанной директории, а так же ее поддиректориях;
- “Сохранить все” – сохраняет все файлы, содержащиеся в списке в указанную директорию. Так же сохраняет лог проверки;
- Обработка.
  - “Проверить” – проверяет (и, по возможности, исправляет) все файлы в списке;
  - “Очистить список” – удаляет из списка все файлы;
  - “Удалить строки с ошибками” – удаляет все строки с ошибками в ключевых колонках выделенных файлов;
  - “Удалить” – удаляет с жесткого диска выделенные файлы. *Примечание:* исходники при этом остаются, если указаны разные директории для загрузки и для сохранения файлов.

Пункт меню “Настройки” содержит 2 команды:

- “Программа” – открывает окно настроек программы (рисунок 6);

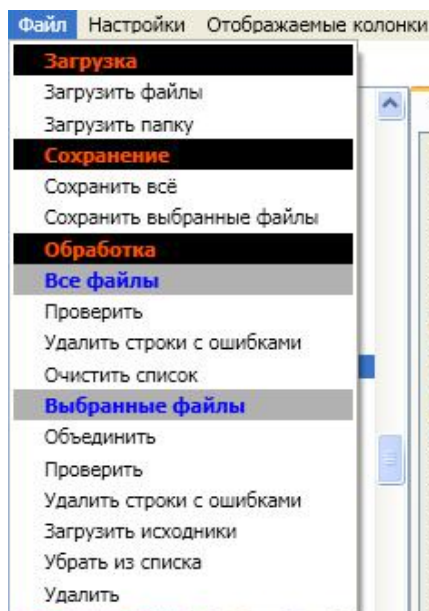


Рисунок 5 – Пункт меню “Файл”

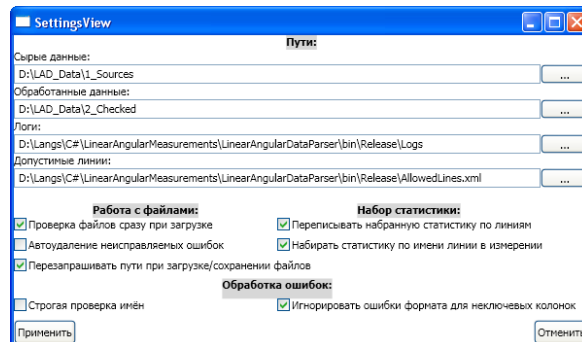


Рисунок 6 – Настройки

- “Допустимые имена” – открывает окно редактирования допустимых имен площадок и линий (рисунок 2).
- Основные возможности для настройки:
  - “Автоудаление неисправляемых ошибок” – когда выбрано, то программа будет удалять измерения с ошибками в ключевых колонках, которые невозможно исправить;

- “Переписывать набранную статистику по линиям” – когда выбрано, то программа будет сохранять статистику измерений каждый раз заново;
- “Набирать статистику по имени линии в измерении” – если выбрано, то программа всегда будет вести набор статистики перед проверкой данных;
- “Строгая проверка имен” – когда выбрано, то программа не будет допускать содержания в имени линии дополнительной информации. Например, имя линии A1-2-10 будет исправлено на A1-2. Информация об этом действии будет записана в лог.

Список отображаемых колонок для выбранного файла содержится в пункте меню “Отображаемые колонки”. В этом списке содержатся все возможные колонки GSI-файлов, но выбраны только те, которые содержатся в конкретном файле. Если скрыть какую-либо колонку, то она будет скрыта только для конкретного файла. При этом скрытая колонка будет сохранена.

#### *Литература*

1. *Kuzikov S.* Geodetic estimations of the modern motions on Tien Shan / S. Kuzikov // Геофизический журнал. 2010. № 4. Т. 32. С. 80–81.
2. *Кузиков С.И., Образцова Т.С.* Особенности наблюдений на геодезических площадках Бишкекского геодинимического полигона / С.И. Кузиков, Т.С. Образцова // Современные проблемы геодинимики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов: Тез. докл. 5 межд. симп. Бишкек, 19–24 июня 2011 г. Бишкек: МНИЦ-ГП, 2011. Т. 2. С. 41–44.
3. *Kuzikov S.I.* Modern movements of earth crust on Bishkek geodynamic polygon / S. Kuzikov // The Eighth Tianshan Seismic International Symposium on Earthquake Research. China, Urumqi, 23–26 September 2013. P. 310–311.
4. Microsoft Visual Studio 2010 Express, <http://www.microsoft.com/ru-ru/softmicrosoft/VisualStudioExpress.aspx>