Специальная астрофизическая обсерватория
Российская академия наук

Программа автогидирования TVguide.

Автор программы: Шергин В.
Автор инструкции: Максимова В.

Нижний Архыз
2001

Содержание

Программа **TVguide** предназначена для определения параметров наблюдаемого объекта по оцифрованному изображению с телевизионного подсмотра.

Изменение положения вычисленного центра объекта может пересчитываться в поправки ΔA, ΔZ и передаваться в АСУ для коррекции ведения телескопа. Таким образом программа позволяет наблюдателю в некоторых случаях обеспечить режим автоматического гидирования объекта, освободив себя от постоянного визуального контороля положения объекта и ручной коррекции. Разумеется это возможно не для любых объектов, а только для достаточно ярких. Автоматическое гидирование позволяет исключить *человеческий фактор* из процесса сопровождения объекта.

Программа также позволяет повысить качество гидирования слабых объектов при наличии в поле другой, достаточно яркой, звезды. Процесс гидирования может быть записан в файл с привязкой по времени. Впоследствии эти данные можно использовать при обработке результатов.

Программа разработана на языке **C++** с использованием библиотеки **Qt**.

1 Условия работы.

Для нормальной работы программы необходимы следующие условия:

- Персональный компьютер не хуже **Pentium** 200Мг (оперативная память 32Мб). В данный момент этим компьютером является компьютер **sky** (**sky.bta.sao.ru**);
- TVграбер VS60 или VS56;
- Операционная система **ОС Linux** с сетевым графическим интерфейсом **X11**;
- Программа-драйвер **vs60** или **vs56** и программа графического интерфейса **TVimage**;
- Сетевая связь с сервером параметров АСУ (**bta_serv**) на компьютере **tb** (**tb.bta.sao.ru**);

2 Запуск программы TVguide.

На основных компьютерах наблюдателей программа запускается в стандартном меню наблюдателя из строки **SKY: TVimage**:

- запустить драйвер, если он не запущен (нормально он запускается при старте **ОС Linux**);

- запустить программу **TVimage**;
- запустить программу **TVguide**.

Для других Unix - компьютеров удаленный запуск по сети осуществляется следующим образом:

1. Загрузить на своем компьютере оболочку **X11** (т.е. **startx** или **openwin**) и окно терминала (например **xterm**).
2. Дать команду **xhost**. Получается список компьютеров с которых разрешено выдавать информацию на экран вашей. Если в нем нет компьютера **sky** – включить его командой **xhost sky**.
3. Войти на **sky** под именем **obs** при помощи команды **rlogin sky -l obs**.

   Для основных наблюдательских компьютеров возможен переход пользователя **obs** на **sky** без пароля по команде **rsh sky**. Список таких компьютеров находится в файле **.rhosts** в домашнем справочнике пользователя **obs** на компьютере **sky**. Пароль, при необходимости, можно узнать у администратора.
4. Загрузить, если он еще не загружен, драйвер vs60 или vs56 командой **vs56 &** и программу **TVimage** для нужного канала. (см. описание МО граберов VS56, VS60).
5. Запустить программу **TVguide** командой **tvguide N**.
   Где N = 0,1,2,3 – номер канала.

   В случае проблемм с цветовой таблицей на 8-ми битных дисплеях программу, как и **TVimage**, можно запускать с *приватной* цветовой таблицей командой **tvguide -cmap N &**.

3 Общие характеристики программы.

Программа **TVguide** разработана как полезное практическое дополнение к программе **TVimage**.

Примечание: ***TVimage*** *– интерфейсная программа-клиент под X11. Цифровой параметр задает один из 4-х TV- каналов для работы с которым она запускается. Управление через меню или клавиатуру позволяет передавать граберу команды считывания TV- каналов и менять режимы индикации полученного изображения. Одновременно может работать несколько интерфейсов tvimage. В том числе и для одного и того же канала (например для одновременного представления в разных видах, или на экраны разных компьютеров в сети), это естественно повышает нагрузку на базовый компьютер и сеть, ресурсами коих эти возможности и ограничиваются. Более подробно см. описание МО граберов VS56, VS60.*

Программа **TVguide** работает с фрагментом (фреймом) TV-изображения размером до 200×200 пикселей. Фрейм определяется в программе **TVimage**. Если заданный фрейм больше чем 200×200, то он автоматически сокращается до ± 100 пикселей от его центра.

Изменение положения целеуказания возможно в любой момент с помощью мышки, но начальное положение, при старте, берется из программы **TVimage**.

Если нужно, чтобы программа **TVguide** взяла в качестве координат целеуказания (синий крест) точку (***Point***) указанную в программе **TVimage** – ее нужно запускать после того как выбор точки сделан и определен фрейм, окружающий эту точку.

Из программы **TVimage** наследуется также и специальный режим считывания CCD - камер.

При старте программа **TVguide** пытается установить связь с сервером параметров АСУ (**bta_serv**) на компьютере **tb** (**tb.bta.sao.ru**). Это нужно для того, чтобы с одной стороны получить данные, необходимые для пересчета координат, а с другой - чтобы отправлять поправки коррекции телескопа в АСУ.

Для выполнения последней операции необходимо ввести пароль третьего уровня доступа. Он будет запрашиваться по мере необходимости.

Если связь с сервером параметров отсутствует – программа запускается, но не выполняет никаких действий, связанных с АСУ БТА. В этом случае программу можно использовать для контроля качества ведения, введя необходимые параметры БТА в окне параметров **TVguide Options**.

Один полный цикл работы программы состоит из следующих шагов:

- запуск накопления нового TV-фрейма при помощи драйвера грабера;
- если подключена программа обработки фона, то ей следует команда – выполнить заданные операции с фреймом (например, вычитание фона);
- статистическая обработка фрейма, выделение объекта, определение координат его центра и размера изображения;
- запрос и получение нужных параметров АСУ, если включен режим запроса параметров. Иначе – использовать последние установленные (например, вручную в окне параметров **TVguide Options**);
- пересчет координат смещения центра объекта на экране (ΔX, ΔY) в телескопные ΔA, ΔZ;
- обновление графического изображения в окнах интерфейса;
- отсылка значений коррекции в АСУ, если этот режим включен;

- запись следующей строки в файл регистрации, если этот файл задан;
- таймерная задержка для отработки коррекции системой управления или для визуального контроля изображения наблюдателем.

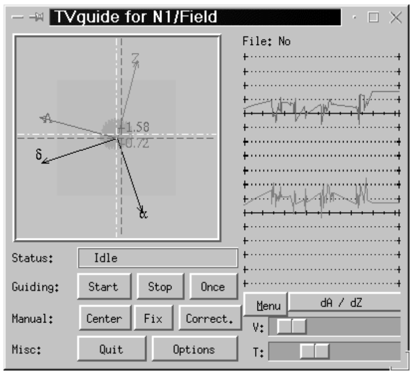
4 Рекомендуемая последовательность действий.

Для запуска процесса гидирования предлагается следующая последовательность действий:

- загрузить драйвер (только при необходимости т.к. нормально он загружается при старте системы **Linux**);
- запустить программу **TVimage**;
- запустить программу **TVguide**;
- при помощи программы **TVimage** получить кадр или сумму кадров объекта;
- отменить, если нужно, фрейм;
- выделить область объекта и задать новый фрейм;
- задать (загрузить) параметры в программе **TVguide**;
- отключить передачу коррекции на АСУ;
- задать или зафиксировать требуемое положение объекта;
- выполнить однократные циклы обработки объекта для того, чтобы убедиться в том, что параметры подобраны правильно;
- включить передачу коррекции на АСУ;
- запустить циклическое гидирование;
- при необходимости иметь протокол работы гида – запустить регистрацию результатов гидирования в файл.

5 Описание интерфейса программы.

Окно интерфейса программы служит для отображения информации о гидируемом объекте и процессе гидирования, а также для основного управления процессом гидирования и режимами отображения.

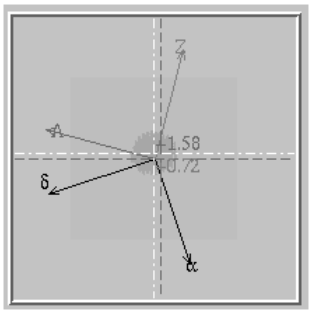


В заголовке окна пишется название программы и номер канала. Например – **TVguide Chan.0**. Окно разбито на четыре области:

- окно отображения выделенного объекта и осей координат;
- кнопки управления;
- графики параметров объекта;
- меню и „движки" управления графиками.

5.1 Окно выделенного объекта.

Окно служит для отображения результатов обработки оговоренного фрагмента TV – изображения и имеет фиксированный размер 200×200 пикселей.



Голубым цветом в окне показываются все, принадлежащие выделенному объекту, пиксели. Это позволяет легко контролировать качество выделения объекта.

Синим крестом показана точка – цель гидирования. Т.е. желаемое (правильное) положение центра объекта. Координаты этой точки можно изменить либо кликая третьей кнопкой мышки, либо кнопкой управления <**Fix**>. При этом текущие (расчётные) координаты центра объекта принимаются как целеуказание.

Белым крестом показывается последнее расчётное положение центра объекта, хотя его тоже можно переставлять кликом первой кнопки мышки.

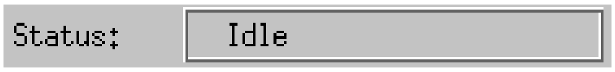
Рядом с центром этого креста пишутся два цифровых значения. Сверху, красным цветом, указано расстояние между крестами в проекции на ось **A**. Ниже, лиловым цветом, указано расстояние между крестами в проекции на ось **Z**. Т.е. при реальном гидировании эти цифры будут показывать реальное смещение объекта по осям **A** и **Z**.

Помимо этого в окне изображается направление осей в местной системе координат. Красным цветом изображается ось **A**, лиловым цветом – ось **Z**.

Черным цветом, с стоответствующими надписями, изображены направления осей α и δ.

Оси всегда рисуются из центра фрейма. Правильное отображение направления осей зависит от корректности настройки параметров экрана (***Pos.angle***, ***Flip on X***, ***Flip on Y***) и параметров БТА.

Под окном выделенного объекта находится информационная строка **Status**, в которой отображается одно из четырех состояний процесса гидирования:

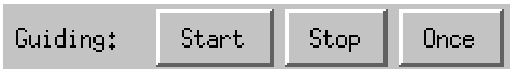


1. **Idle** – в этом состоянии программа ничего не делает;
2. **Add TVimages** – в этом состоянии идет процесс накопления фрейма TV-изображения.
3. **ACS I/O** – состояние ожидания ответа от сервера параметров АСУ.
4. **Correction** – состояние ожидания по таймеру окончания задержки, заданной в параметрах гидирования для того, чтобы телескоп успел отработать полученную коррекцию.

5.2 Кнопки управления.

В нижней левой части окна интерфейса расположены три ряда кнопок управления:

1. **Ряд кнопок Guiding:** – управление гидированием;



- <**Start**> – запуск циклического процесса гидирования
- <**Stop**> – останов процесса гидирования
- <**Once**>– исполнение одного цикла гидирования

2. **Ряд кнопок Manual:** – ручные операции, которые могут потребоваться при начальной настойке процесса гидирования;

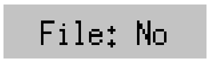
- **<Center>**– выполнение только алгоритмов обработки TV-фрейма с выделением объекта, определением его параметров и обновление изображения в окне объекта. Следовательно, эту операцию можно выполнять многократно на изображении, накопленном с помощью программы **TVimage**, при подборе гидируемой звезды, размера фрейма, параметров алгоритма обработки
- **<Fix>** – при её нажатии расчётные координаты центра становятся координатами цели (синий крест совмешается с белым), т.е. „понравившееся" положение объекта становится целью гидирования (фиксируется)
- **<Correct.>** – отсылка в АСУ коррекции положения телескопа ΔA, ΔZ, т.е. пересчитанных в проекции на оси **A** и **Z** расстояний между синим и белым крестами. Если еще не был введен пароль третьего уровня доступа – появится окно для ввода пароля.

3. **ряд кнопок Misc:** – в этом ряду находятся две кнопки;

- **<Quit>** – выход из программы
- **<Options>** – вывод окна для ввода параметров

5.3 Область графиков.

Вверху над графиками располжена строка **File**.

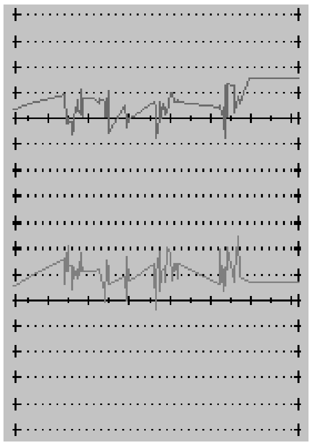


- **надпись No** – означает, что результаты гидирования никуда не записываются.

- **имя файла** – если процесс гидирования записывается в файл, то в этой строке пишется имя этого файла.

- **надпись stdout** – означает, что результаты гидирования пищутся не в файл, а выводятся на экран, в окно из которого была запушена программа.

Ниже выводятся два графика. Верхний график (красного цвета) – для параметров по **A**. Нижний график (лилового цвета) – для параметров по **Z**.



Вертикальная ось градуирована в угловых секундах. Горизонтальная ось – ось времени. Самые маленькие метки – 30 секунд, средние – 1 минута, большие – 10 минут. При стартовом размере окна программы на графике отображается от 20 секунд до 25 минут, но изменением горизонтального размера окна всего интерфейса можно увеличить этот интервал.

5.4 Область управления регистрацией.

Эта область находится под графиками. В верхней строке расположены две кнопки вызова меню.

Левая кнопка <**Menu**> – вызывает следующие пункты меню:

- ***Reset graphics*** – выбор этой строки меню очищает область графиков. Т.е. очищает в программе буфера, где хранятся накопленные параметры;

- ***Open new file*** – данная строка меню вызывает стандартное окно для выбора существующего или создания нового файла. Если в этот момент уже производится регистрация в файл, то он автоматически закрывается и начинается регистрация в новый файл;

- ***Open stdout*** – выбор этой строки меню позволяет результаты гидирования писать не в файл, а выводить на экран в окно, из которого была запушена программа;
- ***Close file*** – выбор этой строки меню – закрывает файл.

Правая кнопка <**меню выбора значений**> – позволяет выбрать нужные значения, отображаемые графиками:

- ***dA / dZ*** – разница между измеренными координатами и координатами цели. Если коррекция положения телескопа не выполняется, то графики будут показывать качество ведения по осям **A** и **Z**;
- ***Corr.A / Corr.Z*** – накопленные (просуммированные) коррекции, отосланные в АСУ. Т.е. это текущая поправка положения телескопа, накопленная от начала регистрации;
- ***X / Y Backgr. Shift*** – горизонтальный и вертикальный сдвиг, определенный программой специальной обработки фона, если она запущена и включен режим **Shift**;
- ***FWHM_X / FWHM_Y*** – вертикальные и горизонтальные размеры изображения, рассчитанного алгоритмом обработки объекта;
- ***FWHM / Icent * 0.1*** – средний размер изображения и интенсивность в центре объекта, приведенная к одному кадру. Деление на 10 делается для того, чтобы диапазон значений был похож на все предыдущие параметры.

Под этими кнопками расположены „движки” управления масштабом графиков. Их два:

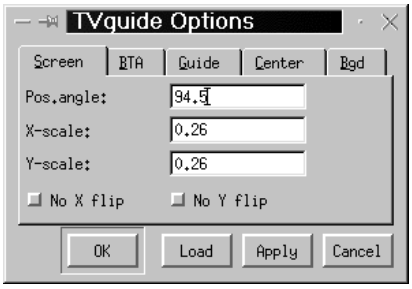
- **движок V** – меняет масштаб значений по вертикальной оси;
- **движок T** – меняет масштаб по оси времени.

6 Описание окна просмотра и изменения параметров программы TVguide Options.

Окно **TVguide Options** вызывается при помощи кнопки **Options** в, описанном ранее, окне интерфейса программы. Это окно состоит из пяти панелей для ввода параметров и четырех кнопок управления, общих для всех пяти панелей:

6.1 Панель Screen.

Панель служит для ввода параметров настройки экрана.



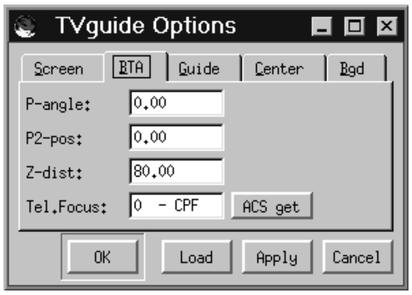
- **параметр Pos. angle:** – аппаратный угол „доворота" осей координат.
- **кнопка <Flip on X>** – вкл/выкл горизонтального зеркального переворота
- **кнопка <Flip on Y>** – вкл/выкл вертикального зеркального переворота

Эти три параметра определяются установкой аппаратуры наблюдателя и её конструкцией.

- **параметр X - scale:** – горизонтальный масштаб, т.е. размер пикселя в угловых секундах
- **параметр Y - scale:** – вертикальный масштаб.

6.2 Панель БТА.

Панель для просмотра минимально необходимых параметров телескопа, полученных из АСУ или для их ввода, в случае отсутствия или преднамеренного выключения связи с АСУ.

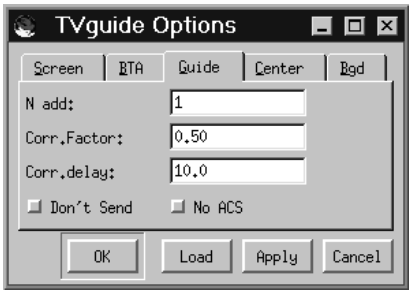


- **параметр P - angle:** – расчетный паралактический угол
- **параметр P2 - pos:** – положение поворотного стола

- **параметр Z - dist:** – текущее зенитное расстояние телескопа
- **параметр Tel.Focus:** – числовое обозначение рабочего фокуса (**0 - CPF, 1 - N1, 2 - N2**)
- **кнопка <ACS get>** – однократный запрос в АСУ для получения параметров телескопа.

6.3 Панель Guide.

Панель служит для установки параметров гидирования.

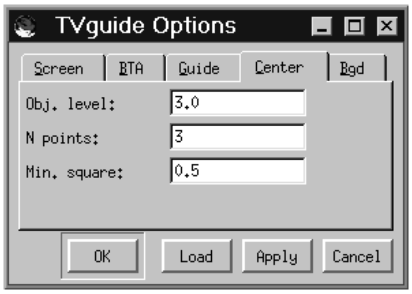


- **параметр N add:** – число накапливаемых кадров
- **параметр Corr.Factor:** – множитель для $\Delta A, \Delta Z$, отсылаемых в АСУ
- **параметр Corr.delay:** – задержка, в секундах, на отработку телескопом $\Delta A, \Delta Z$
- **кнопка <Don't Send/Send Corr.>** – установка запрета или разрешения отсылки в АСУ расчитанных значений коррекции ΔA и ΔZ.

  Если пароль третьего уровня доступа еще не введен – на экране появится окно для ввода пароля
- **кнопка <Get ACS/No ACS>** – режим разрешения или запрета запроса из АСУ параметров телескопа в каждом цикле управления.

6.4 Панель Center.

Панель установки параметров для выделения и центрирования объекта.

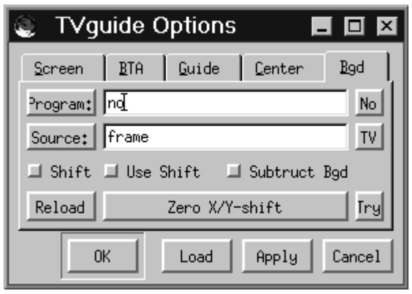


- **параметр Obj. level:** – значение уровня (порога) выделения объекта в единицах «σ» над фоном
- **параметр N points:** – количество соседних точек (не больше 8!) для фильтра шумовых выбросов
- **параметр Min. sguare:** – минимально допустимая площадь объекта в квадратных угловых секундах.

Более подробно эти параметры описаны в главе **Вычислительные алгоритмы**.

6.5 Панель Bgd.

Панель служит для для управления дополнительной программой обработки фона.



- **кнопка <Program:>** – вызывает стандартное окно интерфейса для выбора программы обработки фона.Эти программы описаны в главе **Программы спец. обработки фона**.

  В соседнем поле для ввода информации отображается имя этой программы. Надпись ***no*** говорит о том, что выбор программы не сделан.

  Нажав на кнопку <**No**>, расположенную справа от поля, можно отменить, сделанный ранее, выбор

- **кнопка Source:** – вызывает такое же стандартное окно для выбора FITS-файла (из **TVimage**) с образцом фона. Имя выбранного файла отображается в соседнем поле ввода (фон из выбранного файла загружается в программу нажатием кнопки <**Reload**>).

> Кнопка <**TV**>, расположенная справа от поля, задаёт вместо имени файла слово **frame**, которое означает что в качестве фона программа должна запомнить текущий реальный фрагмент изображения (чтобы это произошло нужно нажать кнопку <**Reload**>).

Ниже расположены три кнопки режимов использования программы обработки фона.

- **нажатая кнопка** <**Shift**> – означает, что программа обработки должна запустить алгоритм центрирования (вычисления сдвига) фона по сравнению с образцом
- **нажатая кнопка** <**Use Shift**> – означает, что вычисленный сдвиг фона нужно использовать в алгоритме пересчета координат для компенсации нестабильности TV–камеры и механических гнутий
- **нажатая кнопка** <**Subtruct Bgd**> – означает, что программа обработки должна вычесть образец фона из текущего (накопленного) изображения. Если включена кнопка <**Shift**>, то образец перед вычитанием должен быть сдвинут на расчитанную ранее величину

В следующем ряду расположены три кнопки выдачи специальных команд в программу обработки фона. Если программа еще не запущена, то в момент нажатия одной из этих кнопок она запускается.

- **кнопка** <**Reload**> – при нажатии этой кнопки программе обработки фона выдается команда – перезагрузить (запомнить) новый образец фона из FITS - файла или текущего изображения
- **кнопка** <**Zero X/Y - shift**> – обнулить последний, вычисленный программой обработки фона, сдвиг
- **кнопка** <**Try**> – попробовать однократно выполнить операцию обработки фона в соответствии с установленными режимами.

6.6 Кнопки <Load>,<Apply>,<Cancel>, <Ok>.

Общими для всех панелей являются кнопки, расположенные в нижней части окна:

- **кнопка** <**Load**> – загрузка параметров из файла. Все, описанные выше, параметры можно записать в файл конфигурации и загружать их при помощи этой кнопки. Она вызывает стандартное окно для выбора файла конфигурации;
- **кнопка** <**Apply**> – ввести в программу измененные параметры;

- **кнопка <Cancel>** – убрать окно **TVguide Options**;
- **кнопка <Ok>** – выполняет одновременно функции кнопок **<Apply>** и **<Cancel>**.

7 Окно информационных сообщений TVguide Information.

В окне информационных сообщений могут появиться следующие сообщения:

```
No VS56 (or VS60) driver!!!
```

Это сообщение говорит о том, что не запущен драйвер грабера. При попытке запустить накопление кадров обнаружено, что не работает программа – драйвер грабера.

```
Warning! Really no correction!
 Telescope not in Tracking mode.
```

Это сообщение говорит о том, что при попытке послать коррекции в АСУ обнаружено, что телескоп не находится в состоянии **ведение**, т.е. нормального слежения за объектом.

```
Start BGD-proc:
Restart BGD-proc:
Can't start:
    progname_bgd Nch fitsname.mt

Stop BGD-process.
```

Сообщение о попытке запустить или остановить программу обработки фона.

```
Max=dddd Med=ddd Avr=ddd.dd Dsp=ddd.dd Lev=ddd
```

В данном сообщении отражены результаты статистической обработки фрагмента изображения. Где:

- **Max** – максимальное обнаруженное значение;
- **Med** – медиана;
- **Avr** – среднее значение;
- **Dsp** – сигма шума;

- **Lev** – уровень выделения объекта;

```
Object too small(d.ddd < d.dd)
```

Сообщение о том, что объект слишком мал, т.е. ненадежен для определения параметров или его нет совсем.

```
Square=d.dd Int1=ddddd.d
```

Если объект нормальный, то пишется какая получилась площадь и интеграл, т.е. сумма всех точек объекта.

```
Xc=+d.dd (ddd.d)  Yc=+d.dd (ddd.d)
```

Смещение центра объекта относительно цели по **X** и **Y** в угловых секундах. В скобках указано абсолютное положение центра на экране в пикселях.

```
FWHM_X=d.dd   FWHM_Y=d.dd
FWHM=d.dd   ICENT/Nadd=dddd.dd
```

Вертикальные и горизонтальные размеры изображения объекта, рассчитанного алгоритмом обработки, а также средний размер изображения и интенсивность в центре объекта, приведенная к одному кадру.

```
BGD: dX=dd.d(d.dd) dY=dd.d(d.dd)
```

Результат работы программы обработки фона, когда она определяет сдвиг фона относительно образца. Значение дается в пикселях. В скобках это значение приведено в угловых секундах.

```
Sending A/Z-shift:
     A:  d.dd*Factor/sin(Z) = d.dd
     Z:  d.dd*Factor = d.dd
```

Сообщение о посылке коррекции в АСУ, т.е. исходное смещение центра по **A** и **Z**, а после знака «=» смещение, реально посланное в АСУ.

```
Password for access level 3 OK!
You can send A/Z corrections.
```

Сообщение о том, что пароль введен верно.

```
Wrong password?
Obtain access level 3 failed!
Really can't send A/Z corrections!
```

Сообщение о том, что пароль введен неверно.

```
No connection to bta_serv!
Can't match password!
```

В этом сообщении говорится о том, что пароль нельзя проверить потому, что нет связи с АСУ.

8 Вычислительные алгоритмы.

Статистические алгоритмы используемые в программе гидирования для обработки фрагмента TV-изображения должны обладать свойствами *робастности* (т.е. устойчивости к различным ошибкам, помехам, искажениям в изображениях с различных TV-камер) к ситуациям возникающим в реальных условиях наблюдений. Главным результатом должна быть реализация принципа *не навреди* при работе с телескопом.

8.1 Определение уровня и дисперсии фона.

Алгоритм должен обладать нечуствительностью к наличию яркого объекта, если конечно он не занимает большую часть фрейма. Производится обработка накопленного фрейма для определения статистических параметров фона. Используется итеративный метод „обрезанной” гистограммы. Размер гистограммы - 6554 элемента.

1. Сначала составляется *грубая* полная гистограмма с размером бокса 10. Она перекрывает весь диапазон значений ±32767. По ней определяется первое, приближённое, значение медианы Med.

2. Выбирается диапазон для *точной* гистограммы $Med \pm 3277$ от медианы.

3. Эта ограниченная гистограмма составляется с размером бокса 1. Значения выходящие за диапазон попадают в крайние боксы.

4. Снова определяется значение медианы Med, затем нижняя граница j_{bot}, отсекающаяя 3% нижних значений. Начальная верхняя граница ставится симметрично относительно медианы $j_{top} = Med + (Med - j_{bot})$.

5. По значениям гистограммы H_j (где j в диапазоне $j_{bot}, ..., j_{top}$) вычисляются среднее значение Avr и дисперсия $Disp$:
   $Avr = \frac{\sum j \cdot H_j}{\sum H_j}$
   $Disp = \sigma_{bgd}^2 = \frac{\sum (j - Avr)^2 \cdot H_j}{\sum H_j}$

6. Затем корректируется верхняя граница $j_{top} = Avr + 2 \cdot \sigma_{bgd}$ и повторяется предыдущий шаг. Всего делается 7 итераций. В итоге верхняя граница должна отсечь значения принадлежащие объекту и окончательные Avr и $Disp$ будут относится к фону.

8.2 Выделение объекта.

Используется принцип выделения – **пороговый уровень** (**threshold level**). Пользователь задаёт в параметрах программы ***Obj.level*** значение уровня выделение объекта L_{obj}. Считается что это количество «σ» над фоном. Т.е. реальный уровень:

$Lev = Avr + L_{obj} \cdot \sigma_{bgd}$

Совокупность пикселей со значениями $> Lev$ считается объектом. По умолчанию значение L_{obj}, естественно, равно 3. Разумеется если значения фона и/или дисперсия завышены (слишком маленький фрейм для объекта, очень неровный, „горбатый" фон, или он испорчен накоплением „вертикальной полосатости" дешёвых CCD-камер) значение L_{obj} приходится искуственно занижать. И наоборот, если в объект лезут „звездообразные" артефакты TV-камеры или случайные флуктуации шума, значение L_{obj} приходится искуственно завышать чтобы оставить только точки объекта.

8.3 Фильтр шумовых точек.

Поскольку в дальнейшем для определения параметров объекта используются моментные методы, то большую неприятность представляют даже отдельные точки на большом удалении от объекта превосходящие уровень L_{obj} вследствии шумовых выбросов в TV-сигнале.

Для решения этой проблемы пользователь задает в параметрах программы $\mathbf{N_{points}}$ - количество соседних точек которое должно быть у каждой точки объекта. Все точки у которых соседей меньше отбрасываются. Т.е. удаляются все пятна с числом пикселей $\leq N_{points}$, точки по краю объекта при этом тоже могут срезаться.

Понятно, что минимальное значение $N_{points} = 0$ - ничего не трогать, а максимальное значение равно 8. При этом пятна меньше чем 3×3 пикселя исчезают.

$N_{points} = 1$ - убрать только одиночные точки.

$N_{points} = 3, 4, 5$ - убрать линии *одноточечной* ширины.

$N_{points} = 6, 7, 8$ - убрать *двухточечные* линии и срезать „бахрому" с объекта.

8.4 Критерий есть/нет объект.

Алгоритм гидирования обязательно должен включать в себя некое решающее правило по которому программа решает подходит выделенный объект для использования или он подозрительно слабый и лучше ничего не делать. Например, гидирование должно автоматически прекращаться при наползании облака или „закручивании" высокого напряжения. Критерий должен задаваться пользователем и быть очень „прозрачным" для него.

В данной программе принят простой принцип, в котором по известному размеру пикселя определяется площадь объекта в квадратных угловых секундах. Пользователь задает в параметрах программы ***Min.square*** – минимальное значение этой площади, исходя из условий наблюдений.

8.5 Центр объекта.

Для определения координат центра объекта X_C, Y_C используется метод центра тяжести (1-го момента).

$X_C = \frac{\sum x \cdot I_{xy}}{\sum I_{xy}}$

$Y_C = \frac{\sum y \cdot I_{xy}}{\sum I_{xy}}$

Здесь I_{xy} значение интенсивности над уровнем фона в пикселе с координатами x, y. Суммирование производится для всех точек, принадлежащих к выделенному объекту.

8.6 Оценка качества изображения.

Рассчитываются $FWHM_X$ и $FWHM_Y$ через 2-й момент с коррекцией за срезание периферии.

$\sigma_X^2 = \frac{\sum (x - X_C)^2 \cdot I_{xy}}{\sum I_{xy}}$

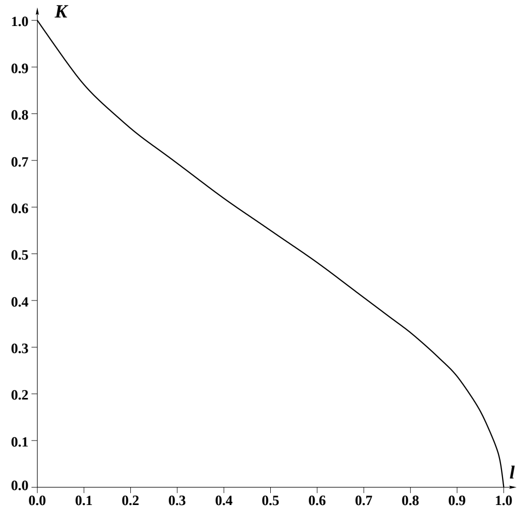
$\sigma_Y^2 = \frac{\sum (y - Y_C)^2 \cdot I_{xy}}{\sum I_{xy}}$

$FWHM_X = \frac{S_X}{K(l)} \cdot \sigma_X \cdot FWHM_{\sigma=1}$

$FWHM_Y = \frac{S_Y}{K(l)} \cdot \sigma_Y \cdot FWHM_{\sigma=1}$

Где:

- $FWHM_{\sigma=1} = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot ln(2)} = 2.35482$ - полуширина гауссианы с $\sigma = 1$;
- S_X, S_Y - масштабы, т.е. размеры пикселя в угловых секундах, задаваемые в параметрах программы как ***X-scale*** и ***Y-scale***;
- $K(l)$ - коэффициент коррекции, который вводится для того, чтобы скомпенсировать уменьшение значения 2-го момента при расчёте по „подрезанному” объекту;
- $l = \frac{Lev - Avr}{I_{max} - Avr}$ - относительный уровень „подрезания”.



Примерная аппроксимация:

$0.0 \le l \le 0.3$ $\quad K(l) = 1.1515 - 0.78945 \cdot \sqrt{l + 0.03781}$

$0.3 < l \le 0.7$ $\quad K(l) = 0.9144 - 0.72727 \cdot l$

$0.7 < l < 1.0$ $\quad K(l) = 0.744 \cdot \sqrt{1 - l}$

8.7 Пересчет координат.

Изменение „пиксельных" координат центра объекта $\Delta X_C, \Delta Y_C$, привязанных к экрану подсмотра, переводится в телескопные $\Delta A, \Delta Z$.

$\Delta X = S_X(X_C - X_{tag})$

$\Delta Y = S_Y(Y_C - Y_{tag})$

Если установлен параметр программы ***Flip X*** - горизонтальное зеркальное отражение, то $\Delta X = -\Delta X$.

Если ***Flip Y*** - вертикальное зеркальное отражение, то $\Delta Y = -\Delta Y$.

Далее используются обычные формулы поворота на угол φ:

$\Delta A = \Delta X cos(\varphi) - \Delta Y sin(\varphi)$

$\Delta Z = \Delta X sin(\varphi) + \Delta Y cos(\varphi)$

В параметрах программы задаётся ***Pos.angle*** - угол, определяемый установкой аппаратуры наблюдателя и её конструкцией. Будем обозначать его φ_{hw}. Способ вычисления φ зависит от фокуса телескопа. Для ПФ учитывается угол поворотного стола P_2, для N1,N2 – положение трубы по Z.

- **для ПФ** – угол $\varphi = P_2 - \varphi_{hw}$
- **для N1** – угол $\varphi = 180^o + Z - \varphi_{hw}$
- **для N2** – угол $\varphi = 270^o + Z - \varphi_{hw}$
- **для N2** ещё $\Delta Z = -\Delta Z$

9 Форматы файлов.

9.1 Файл конфигурации.

Эти файлы загружаются кнопкой <**Load**> в окне **Options** и содержат все основные параметры настройки программы на работу с конкретной TV-системой. Они должны располагаться в справочнике **TVconf** и иметь имена типа **tv*.conf**.

Каждый параметр записывается в отдельной строке и имеет следующий формат:

Имя=Значение

Строки начинающиеся с «#» или не содержащие знак «=» пропускаются.

Ниже перечислены мнемонические имена этих параметров:

- **TVsystem** – имя TV-системы, выводится в заголовок окна;
- **TelFocus** – стартовое значение рабочего фокуса (**CPF, N1, N2**), при работе с АСУ будет заменено;
- **PosAngle** - аппаратный угол „доворота" осей координат;
- **Xscale** - горизонтальный масштаб, т.е. размер пикселя в угловых секундах;
- **Yscale** - вертикальный масштаб;
- **FlipX** - горизонтальный зеркальный переворот (*on/off*);
- **FlipY** - вертикальный зеркальный переворот (*on/off*);
- **Nadd** - число накапливаемых кадров;
- **CorrFactor** - множитель для $\Delta A, \Delta Z$ отсылаемых в АСУ;
- **CorrDelay** - задежка (сек) на отработку $\Delta A, \Delta Z$ телескопом;
- **ObjLevel** - значение уровня выделения объекта в единицах "σ" над фоном;
- **Npoints** - количество соседних точек (max.8!) для фильтра шумовых выбросов;
- **MinSquare** - минимально допустимая площадь объекта в квадратных угловых секундах;
- **BgdProg** - имя программы обработки фона (или *no*);
- **BgdFile** - имя FITS-файла (из программы **TVimage**) с образцом фона.

При загрузке параметры из файла конфигурации подменяют уже установленные в программе, поэтому не обязательно чтобы все параметры были в нём перечислены. Например, можно иметь файл полной основной конфигурации TV-системы и частичные для её подвариантов или режимов работы.

9.2 Файл регистрации.

Эти файлы открываются через меню (см. описание меню в главном окне) и должны иметь стандартное расширение **.tgd**. Если пользователь его не задает, оно подставляется автоматически.

При открытии файла в него сначала записываются текущие параметры программы в формате файла конфигурации. Например:

```
TVsystem=N2/MSS/Slit2
PosAngle=0.0
Xscale=0.104
Yscale=0.104
Nadd=50
CorrFactor=0.5
CorrDelay=10.
ObjLevel=4.0
Npoints=3
MinSquare=2.
FlipX=no
FlipY=no
BgdProg=no
```

Затем записываются несколько основных параметров телескопа полученных по сети из АСУ (если конечно связь работает):

- **ACS=** – состояние связи с АСУ (Connect/Disconn.);
- **TelStat=** – состояние телескопа (Tracking - ведение);
- **TelFocus=** – рабочий фокус телескопа (CPF,N1,N2);
- **Alpha=** – текущая α-координата объекта (hh mm ss.ss);
- **Delta=** – текущая δ-координата объекта ($\pm$dd mm ss.s);
- **Azimuth=** – положение по азимуту (ddd.d);
- **ZenDist=** – положение по зенитному расстоянию (dd.d);
- **A_Speed=** – скорость по азимуту ($\pm$000 mm ss.s);
- **Z_Speed=** – скорость по Z ($\pm$00 mm ss.s);

- **ParAngle=** – рассчетный параллактический угол (ddd.d);
- **P2=** – положение поворотного стола (ddd.d);
- **Mtime=** – среднесолнечное (московское) время (hh mm ss);
- **Stime=** – звездное время (hh mm ss);
- **Focus=** – положение фокуса (ddd.dd);
- **Dome=** – положение купола (ddd.d);
- **Press=** – атмосферное давление (ddd.d);
- **Tempr=** – температура (±dd.d);

Данные регистрации процесса гидирования записываются в файл ввиде 11-ти колоночной текстовой таблицы с заголовком:

```
Time Acent  Zcent  Acorr Zcorr FWHM_X FWHM_Y FWHM Icent Bgd_X Bgd_Y
10.4 -0.03   0.11 -0.02 0.08   2.3    1.8    2.1  7.6   0.00 0.00
24.0 -0.10   0.12 -0.09 0.16   2.5    1.8    2.2  7.2   0.00 0.00
37.8  0.10  -0.22 -0.03 0.00   2.6    1.9    2.3  6.4   0.00 0.00
 ...  ...    ...   ...  ...    ...    ...    ...  ...    ...  ...
```

Первая колонка – время в секундах от начала регистрации. Остальные колонки соответсвуют значениям индицируемым на графиках (см. описание меню выбора индикации параметров).

Параметры АСУ дополнительно записываются в файл каждые 5 минут и последний раз в конец файла при закрытии. Это позволяет, при желании, приблизительно привязывать регистрируемые табличные данные к состоянию телескопа. Параметры каждый раз отделяются строчкой:

```
==============================
```

Как можно заметить все дополнительные „нетабличные" строчки содержат знак « =». Т.е. отфильтровать собственно таблицу можно командой-фильтром:

```
fgrep -v '='
```

А оставить только цифровые данные таблицы командой:

```
egrep -v '=|^Time'
```

10 Программы спец. обработки фона.

Предоставление интерфейса для запуска и использования дополнительных программ для „предпродажной"подготовки накопленного фрагмента было вызвано необходимостью гибкой адаптации программы **TVguide** к различным специфическим наблюдательным задачам и условиям наблюдений.

Следует заметить что расчет делался в основном на проблемы использования обычных TV-камер (видиконов) с их сильной позиционой нестабильностью и заметным *рельефом* фона. По крайней мере две первые пробные программы **frmfft_bgd** и **cross_bgd** были написаны именно для этого. В настоящее время получили распостранение камеры на основе дешёвых CCD-приёмников, которые имеют совсем другие проблемы. Поэтому разработанные программы имеют весьма ограниченную применимость.

frmfft_bgd - определение сдвига изображения методом вычисления максимума кореляции с образцом с использованием 2-х мерного FFT для разбитых на несколько фрагментов (размером 2^n) изображений.

cross_bgd - нахождение положения и вычитание изображения светлого креста вогруг объекта.

10.1 Интерфейс программы обработки.

Программы должны иметь имена с окончанием **_bgd** и располагаться в справочнике **bin**.

Программа **TVguide** запускает программу обработки с одним или двумя параметрами:

- номер TV-канала с которым идет работа;
- имя FITS-файла с образцом фона (отсутствие предполагает текущий TV-фрейм).

Сразу после старта программа должна выполнить операцию **reload**, т.е. запомнить образец фона.

Программа **TVguide** запускает программу обработки, замкнув её стандартный ввод/вывод на себя через pipe-каналы. Управление осуществляется с помощью текстовых командных строк. Программа должна считывать эти строки обычным образом со стандатного ввода и выполнять оговоренные команды. На некоторые команды предусмотрен ответ, который программа должна просто распечатывать через стандартный вывод.

Список команд:

- **quit** – завершить выполнение программы;

- **reload** – перезагрузить образец фона из FITS-файла или текущего TV - фрейма (**TVguide** будет делать это автоматически и после изменения размеров или положения фрейма программой **TVimage**);

- **file file_name.mt** – определить, что фон будем грузить из FITS-файла;

- **file no** – определить, что фон будем грузить из текущего TV-фрейма;

- **next** – обработка следующего фрейма с определением размера сдвига фона. На эту команду программа должна ответить двумя строчками типа:

  ```
  dX=d.dd
  dY=d.dd
  ```

- **sub** – выполнить операцию вычитания фона с учетом его сдвига;

- **zero x** – обнулить сдвиг по X (т.е. далее его не учитывать);

- **zero y** – обнулить сдвиг по Y;

- **zero xy** – обнулить оба сдвига и по X и по Y.

Если случилась неисправимая ошибка и программа завершается, то она должна напечатать **quit** перед остановом.

10.2 Пример написания интерфейса программы обработки.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <string.h>
#include <math.h>
#include <time.h>
#include <sys/time.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/times.h>

#include "tv_image_lib.h"

int get_fits(char *fitsname, int col0, int lin0, int frmw, int frmh,
             short *array, int *tv_lev0, int *tv_elref, int *nadd);
```

```
void main(int argc, char *argv[]) {
   short *img;                     /* image memory */
   int imgw, imgh;                 /* image size   */
   int nchan = 0;                  /* TV-chan. number */
   short *frm1=NULL,*frm2=NULL;    /* frames memory */
   int col0, lin0, frmw, frmh;     /* frame1 - ref.bgd */
   int bg_lev0,bg_nadd;
   int col20, lin20;               /* frame2 - curr.image */
   int width, height;              /* FFT frame size*/
   int nseq;
   int i,j,k,l,x,y,pix,pix1,pix2;
   int n,nx,ny,kx,ky;
   char tmp[100],fname[100];
   char *bgdfile=NULL;

   if (argc>1) nchan = atoi(argv[1]);
   if (argc>2) bgdfile = argv[2];

   get_vs56_sh_mem();
   img  = tv_chan_image (nchan);
   imgw = tv_chan_img_width();
   imgh = tv_chan_img_height();
   nseq = tv_chan_seq_num();

/* перезагрузка образца фона */
reload_bgd:
   if(isatty(0)) {                                /* для ручной    */
      fputs("Define the 1-st frame ...",stdout); /* интерактивной */
      fgets(tmp,10,stdin);                        /* отладки       */
   }
   tv_chan_get_frame(&col0, &lin0, &frmw, &frmh);

   width=frmw; height=frmh;

   if(col0==0 && lin0==0 && frmw==imgw && frmh==imgh ) {
      fprintf(stderr,"WARNING! No Frame defined for chan.%d\n",nchan);
   }

   if(frm1!=NULL) free(frm1);
   frm1 = (short *)malloc(frmw*frmh*sizeof(short));

   if(bgdfile!=NULL) {   /* считывание фрейма из FIST-файла в frm1 */
     if(!get_fits(bgdfile, col0,lin0,frmw,frmh, frm1, &bg_lev0, &i, &bg_nadd)) {
         fputs("quit\n",stdout);
         fflush(stdout);
         exit(1);
      }
```

```
   } else {
      for (j=0; j<frmh; j++) {   /* копирование TV-фрейма в frm1 */
          y=lin0+j;
          for (i=0; i<frmw; i++) {
             x=col0+i;
             frm1[frmw*j+i] = img[imgw*y+x];
          }
      }
      fprintf(stderr, "Load BGD-frame from TV-image: %d,%d %d x %d\n",
                       col0,lin0,frmw,frmh);
   }

get_command:
   if(isatty(0))
      fputs("Point to the 2-nd one ... (or type 'q' to quit) ",stdout);

   fgets(tmp,99,stdin);                 /* ввод строки команды */
                                        /* и разбор её:     */
   if(tmp[0]=='q')      exit(0);           /* quit */
   else if(tmp[0]=='r') goto reload_bgd;   /* reload */
   else if(tmp[0]=='f') {                  /* file .... */
        char *p;
        p=strtok(tmp," =\t\n");
        p=strtok(NULL," =\t\n");
        if(p!=NULL) {
          if(strcmp(p,"no")) {
             strncpy(fname,p,90);          /* file fname.mt */
             bgdfile=fname;
          } else
             bgdfile=NULL;                 /* file no */
        } else
          bgdfile=NULL;                    /* file */
        goto get_command;
   } else if(tmp[0]=='n' || tmp[0]=='\n')  /* next */
        goto next_frame;
   else if(tmp[0]=='s')                    /* subtract */
        goto subtruct_frm;
   else if(tmp[0]=='z') {                  /* zero ...*/
        if(strchr(tmp,'x'))
           xmx = 0.;                       /* zero x */
        if(strchr(tmp,'y'))
           ymx = 0.;                       /* zero y */
        if(strchr(tmp,'x')==NULL && strchr(tmp,'y')==NULL)
           xmx = ymx = 0.;                 /* zero */
      goto get_command;
   } else goto get_command;
```

```
 ...........................

next_frame:
   /* вообще говоря другое положение фрейма (полезно при отладке...) */
   tv_chan_get_frame(&col20, &lin20, &i, &j);

   if(frm2!=NULL) free(frm2);
   frm2 = (short *)malloc(frmw*frmh*sizeof(short));

   for (j=0; j<frmh; j++) {    /* копирование тек.фрейма в frm2 */
      y=lin20+j;
      for (i=0; i<frmw; i++) {
         x=col20+i;
         frm2[frmw*j+i] = img[imgw*y+x];
      }
   }

 ...........................
 Алгоритм вычисления сдвига фона в frm2 относительно
 запомненного в frm1 образца.
 Например - максимум FFT кореляции по краю фрейма
 (т.е. исключая центральную часть)
   xmx = максимум кореляции по X
   ymx = максимум кореляции по Y
 ...........................

   printf("dX=%.2f\ndY=%.2f\n",xmx,ymx);
   fflush(stdout);

   goto get_command;

subtruct_frm:
 ...........................
 Алгоритм вычитания фона в frm1 из текущего TV-изображения
 Например:
    1. копирование frm1 в frm2 со сдвигом на xmx,ymx
    2. определение коэффициентов линейной регрессии A и B
       между frm2 и текущим TV-изображением по краю фрейма
       (т.е. масштаб и уровень приведения фона к тек.изображению)
    3. собственно вычитание frm2*A+B из TV-изображения
 ...........................

   tv_chan_set_seq_num(tv_chan_seq_num()+1);
   goto get_command;
}
```