

Описание параметров командной строки интерфейса управления ПЗС-камерами Apogee

Емельянов Э.В.

12 января 2016 г.

Утилита `apogee_control` предназначена для работы с рядом ПЗС-камер фирмы Apogee Imaging Systems (протестирована на камерах Apogee Alta и Apogee Aspen). Позволяет управлять параметрами ПЗС-камер, получать изображение с камер, отображать его на экране и/или сохранять в FITS-файл. При работе на компьютере в сети САО РАН с запущенной системой `bta_control_net` утилита также добавляет в FITS-заголовок файла сведения о телескопе.

Помимо работы с ПЗС-камерами утилита может также управлять турелями фирмы Apogee.

1 Сборка и установка

Утилита использует библиотеку `libapogee`¹, а т.к. сама библиотека написана на C++, дополнительно используется промежуточный интерфейс к C. Библиотека и сишный интерфейс находятся в одном репозитории с утилитой. Скачать их можно командой

```
git clone https://github.com/eddyem/apogee_control.git
```

В результате весь репозиторий будет сохранен в директорию `apogee_control`. Внутри нее в директории `libapogee` находится несколько версий библиотек. Для работы с камерами Aspen необходимо установить наиболее свежую.

1.1 Установка `libapogee`

Распаковываем библиотеку и входим в корневую директорию архива:

```
tar -zxf libapogee-3.0.3179.tgz
cd libapogee-3.0.3179/
```

Затем конфигурируем, собираем и устанавливаем:

```
./configure && make && su -c "make install"
```

В случае нехватки каких-либо библиотек на стадии `./configure` появятся сообщения об ошибке, недостающее необходимо установить.

¹<http://www.randomfactory.com/downloads/>

1.2 Установка С-интерфейса к библиотеке

Сишный интерфейс к `libarogee` находится в директории `arogee_C_wrapper` репозитория. Система сборки интерфейса и самой утилиты основана на `cmake`. Для сборки интерфейса выполняем:

```
mkdir mk && cd mk
cmake .. && make && su -c "make install"
```

Для отображения отладочных сообщений на стадии `cmake` можно указать

```
cmake .. -DEBUG=1
```

1.3 Установка утилиты

Код самой утилиты находится в корневой директории репозитория. Для установки выполняем те же действия, что и в случае С-интерфейса:

```
mkdir mk && cd mk
cmake .. && make && su -c "make install"
```

Для `cmake` в данном случае доступны следующие ключи:

- DNOBTA=1** отключить вывод параметров телескопа БТА в заголовок FITS-файла, даже если на компьютере с утилитой запущен демон `bta_control_net`;
- DUSERAW=1** сохранять изображения в «сырой» бинарный формат помимо FITS;
- DUSEPNG=1** сохранять изображения в формат PNG помимо FITS;
- DEBUG=1** отображать отладочные сообщения;
- DTELLAT=<lat>** установить широту телескопа для отображения в заголовке FITS-файла;
- DTELLONG=<long>** установить долготу телескопа;
- DTELALT=<alt>** задать высоту расположения телескопа относительно уровня моря.

При записи в заголовок FITS-файла данных АСУ БТА утилита также вычисляет атмосферные параметры по Риду Д. Мейеру (Reed D. Meyer): воздушную массу, долю водяных паров, плотность столба атмосферы, плотность столба водяного пара. Кроме того, существует возможность сохранять текущие метеорологические параметры и некоторые параметры АСУ в HISTORY FITS-файла.

2 Работа с утилитой

Сообщения, выдаваемые утилитой, локализованы при помощи `gettext` (однако, по мере разработки возможны некоторые пробелы в локализации). Общая справка по параметрам командной строки выводится при запуске утилиты без параметров.

На дату написания данного руководства полный список параметров следующий:

Использование: `arogee_control` [опции] [префикс выходных файлов]

Опции:

- A,--author=author автор программы
- c,--cooler-off отключить холодильник
- d,--dark не открывать затвор при экспозиции ("темновые")
- D,--display-image Отобразить на экране полученное изображение
- E,--ether-subnet Subnet for ethernet camera discovery
- f,--no-flash не засвечивать матрицу перед экспозицией
- F,--fan-speed=F Установить скорость вентиляторов в F (0..3)
- g,--wheel-get получить сведения о турели
- G,--wheel-go=N переместить турель в N-ю позицию
- H,--time-interval=T интервал времени между последовательными записями в лог и HISTORY (в секундах)
- h,--hbin=N биннинг N пикселей по горизонтали
- I,--image-type=type тип изображения
- i,--instrument=instr название прибора
- L,--log-only не сохранять изображения, лишь вести запись статистики
- l,--tlog вести запись рабочих температур в файл temp_log
- M,--msg-id open camera by its MSG-ID
- N,--ncam=N работать с N-й камерой
- n,--nframes=N N кадров в серии
- O,--object=obj название объекта
- o,--observer=obs имена наблюдателей
- P,--prog-id=prname название программы наблюдений
- p,--pause-len=ptime выдержать ptime секунд между экспозициями
- r,--speed-set=N установить скорость считывания в N
- R,--reset Полный сброс
- S,--sleep перейти в спящий режим
- s,--only-stat не сохранять изображение, а только отобразить статистику
- T,--only-temp только задать/получить температуру
- t,--set-temp=degr задать рабочую температуру degr градусов
- v,--vbin=N биннинг N пикселей по вертикали
- w,--wheel-num=N установить номер турели в N
- W,--wakeur возобновить питание
- x,--exp=exptime время экспозиции exptime мс
- X,--xclip=X0[,X1] выбрать диапазон для считывания [X0:X1]
- Y,--yclip=Y0[,Y1] выбрать диапазон для считывания [Y0:Y1]
- flipX отразить изображение вертикально (относительно оси X)
- flipY отразить изображение горизонтально (относительно оси Y)
- noclean не очищать матрицу после считывания
- pre-exp выполнить предварительную нулевую экспозицию для очистки матрицы
- shutter-open открыть затвор
- shutter-close закрыть затвор
- test-headers не открывать устройство, лишь отобразить шапку FITS
- twelve-bit работать в 12-битном режиме

Некоторые (наиболее редко используемые) параметры имеют только «длинный» формат

параметра.

2.1 Управление параметрами камеры и кадра

- с, **--cooler-off** отключить подачу напряжения на элемент Пельтье (для выхода ПЗС на комнатную температуру);
- d, **--dark** снимать «темновые» кадры — не открывать затвор при экспозиции;
- E, **--ether-subnet=subn** задать подсеть (в виде маски адресов или конкретного IP-адреса) при работе с сетевой версией Apogee Aspen, например, -E 192.168.0.255 для поиска камеры в сети 192.168.0.0/24;

- M, **--msg-id=ID** попытаться подключиться к камере с конкретным идентификатором, данный идентификатор выдается утилитой при подключении к камере, пример:

```
apogee_control -M interface=ethernet,deviceType=camera,  
address=192.168.99.121,port=80,mac=000951ffffff81ffffffed22,  
interfaceStatus=Available,id=0x1a3,firmwareRev=0x132,model=Aspen-16M
```

данный параметр позволяет ускорить процесс работы с сетевыми камерами;

- f, **--no-flash** не выполнять предварительную засветку ПЗС встроенным ИК-светодиодом при экспозиции (работает не для всех камер);
- F, **--fan-speed=F** принудительно установить скорость вращения вентиляторов, величина скорости изменяется от 0 (выключены) до 3 (наибольшая скорость);
- h, **--hbin=N** горизонтальный биннинг (предельное значение N зависит от типа ПЗС);
- v, **--vbin=N** вертикальный биннинг (предельное значение N зависит от типа ПЗС);
- N, **--ncam=N** если обнаружено несколько ПЗС-камер, работать с N-й;
- n, **--nframes=N** провести серию снимков из N кадров;
- p, **--pause-len=ptime** выдержать ptime секунд паузы между кадрами при работе с серией кадров;
- r, **--speed-set=N** устаревший параметр для задания скорости считывания (не работает с большинством современных камер);
- twelve-bit** двенадцатибитный режим работы (высокая скорость считывания);
- R, **--reset** полный сброс параметров камеры (работает не на всех камерах);
- S, **--sleep** перевод камеры в спящий режим (работает не на всех камерах);
- T, **--only-temp** только задать/отобразить температуру узлов камеры;
- t, **--set-temp=degr** установить температуру чипа ПЗС в degr градусов Цельсия;
- W, **--wakeUp** выйти из спящего режима (работает не на всех камерах);

-x, --exp=exptime установить время экспозиции каждого кадра в **exptime** миллисекунд;

-X, --xclip=X0[,X1] выбрать поддиапазон для считывания по оси X;

-Y, --yclip=Y0[,Y1] выбрать поддиапазон для считывания по оси Y;

--flipX отразить изображение вертикально (относительно оси X);

--flipY отразить изображение горизонтально (относительно оси Y);

--noclean не очищать матрицу после считывания (т.е. не удалять остаточный сигнал, работает не на всех камерах);

--pre-exp выполнить предварительную нулевую экспозицию (бывает необходимо для того, чтобы параметры камеры наверняка успели правильно выставиться перед выполнением основных экспозиций; без этого параметра возможны излишние шумы или даже повреждение кадра вследствие начала считывания не с нулевой позиции);

--shutter-open открыть затвор;

--shutter-close заткнуть затвор.

2.2 Управление параметрами заголовка FITS-Файлов

Часть параметров заголовка формируемых FITS-файлов задается аргументами командной строки:

-A, --author=author автор программы (AUTHOR);

-I, --image-type=type тип изображения (IMAGETYP);

-i, --instrument=instr название прибора (INSTRUME);

-O, --object=obj название объекта (OBJECT);

-o, --observer=obs имена наблюдателей (OBSERVER);

-P, --prog-id=prname название программы наблюдений (PROG-ID);

--test-headers не снимать ни единого кадра, а только отобразить заголовок, который писался бы в формируемый FITS-файл (некоторые параметры будут неверными ввиду отсутствия изображения).

Если не указывать ключ **-I**, при съемке обычных кадров в поле **IMAGETYP** заголовка FITS-файла будет указано: «object»; если же задать ключ **-d** для съемки темновых, тип будет установлен в «dark»; при установке нулевой экспозиции (**-x 0**) в качестве типа изображения будет указано «bias».

Содержимое многих ключей заголовка FITS-файла не соответствует стандарту и будет исправлено при дальнейших модификациях утилиты.

2.3 Работа с турелями Apogee

-g, --wheel-get получить сведения о турели;

-G, --wheel-go=N переместить турель в N-ю позицию;

-w, --wheel-num=N если к компьютеру подключено несколько турелей, выбрать N-ю для дальнейшей работы.

2.4 Статистика, логгирование и сохранение/отображение

После съемки очередного кадра в командной строке выводится основная статистическая информация по изображению. Изображение в дальнейшем может быть уничтожено, сохранено и/или отображено на экране.

Если утилита `apogee_control` вызывается без указания префикса выходных файлов, изображения только отображаются на экране (если не указано противного). Помимо этого, утилита способна сохранять статистические параметры отснятых кадров в лог-файл (скажем, для получения простых температурных зависимостей).

-D, --display-image данный параметр позволяет отображать отснятые изображения даже если указан префикс файла для сохранения; чтобы закрыть окно с последним изображением серии, необходимо либо нажать в окне клавишу ESC, либо в консоли сочетание Ctrl+C. Окно с изображением можно масштабировать, также при помощи колеса мыши с зажатой клавишей Ctrl можно масштабировать само изображение внутри окна, а средней кнопкой мыши перемещать его. По нажатию правой кнопки мыши появляется меню, позволяющее восстановить исходный масштаб изображения или закрыть окно;

-H, --time-interval=T интервал времени между последовательными записями в лог и HISTORY (в секундах);

-L, --log-only не сохранять изображения, лишь вести запись статистики в лог;

-l, --tlog отдельно вести запись рабочих температур в файл `temp_log`;

-s, --only-stat не сохранять изображение, а только отобразить статистику.

3 Заголовки FITS-файлов

Набор генерируемых утилитой заголовков FITS-файлов зависит от того, скомпилирована ли утилита с поддержкой АСУ БТА и запущен ли на компьютере демон АСУ. Минимальный общий набор заголовков следующий:

FILE название оригинального файла;

INSTRUME название прибора (по умолчанию «direct imaging»);

PXSIZE размер пикселя в мкм вида «H x V»;

XPIXELSZ, YPIXELSZ горизонтальный и вертикальный размер пикселя в мкм (число с плавающей точкой);

VIEW_FIELD поле зрения камеры в пикселях;

CRVAL1, CRVAL2 (-1);

IMAGETYP тип изображения;

DATAMAX, DATAMIN наибольшее и наименьшее значение в рабочем диапазоне (для 16 бит этого 65535 и 0 соответственно);

STATMAX, STATMIN статистические максимум и минимум по изображению;

STATAVR, STATSTD среднее и среднеквадратическое значения по изображению;

TEMP0, TEMP1 температура чипа ПЗС на момент начала и окончания экспозиции соответственно ($^{\circ}C$);

TEMPBODY температура горячего спая Пельтье на время окончания экспозиции ($^{\circ}C$);

CAMTEMP температура чипа в Кельвинах на окончание экспозиции;

EXPTIME время экспозиции в секундах;

DATE дата и время запуска утилиты, UTC;

DATE-OBS местные дата и время записи файла;

XBIN, YBIN биннинг.

При поддержке АСУ БТА набор заголовков дополняется следующими:

TELESCOP название телескопа («BTA 6m telescope»);

ORIGIN название организации («SAO RAS»);

OBSERVAT название обсерватории («Special Astrophysical Observatory, Russia»);

ALT_OBS высота над уровнем моря (2070);

LONG_OBS долгота в градусах (41.4414);

LAT_OBS широта в градусах (43.6535);

ST звездное время в секундах (в комментарии также указано в строковом формате);

UT UTC в секундах (в комментарии также указано в строковом формате);

JD юлианская дата (пока что – в неправильном формате);

FOCUS фокус: «Prime» или «Nesmith»;

VAL_F значение отсчета фокуса в миллиметрах;

EQUINOX эпоха значений RA/DEC (обычно – дата получения изображения в годах);

RA, DEC полярные координаты объекта на эпоху EQUINOX;

S_RA, S_DEC введенные пользователем координаты;

T_RA, T_DEC координаты телескопа;

A, Z горизонтальные координаты видимого места объекта;

ROTANGLE параллактический угол;

VAL_A, VAL_Z горизонтальные координаты телескопа;

VAL_P значение отсчетов с поворотного стола P2 (в градусах);

VAL_D азимут купола;

OUTTEMP внешняя температура;

DOMETEMP температура в подкупольном;

MIRRTEMP температура зеркала;

PRESSURE атмосферное давление, мм.рт.ст.;

WIND скорость ветра;

HUM влажность;

AIRMASS воздушная масса;

WVAM воздушная масса водяных паров;

ATMDENS давление атмосферного столба;

WVDENS давление столба водяных паров.