Tworzenie wykresów w Grace

T. Kwiatkowski, OA UAM

2006-07-06

1 Wstęp

Grace jest darmowym programem na licencji GNU, przeznaczonym do tworzenia dwuwymiarowych wykresów. Dostępne są jego wersje dla systemów UNIX, VMS, OS/2 i Win9*/NT. Grace jest następcą programu ACE/gr, znanego również pod nazwą Xmgr, którego rozwój został wstrzymany. Co jakiś czas pojawiają się nowe wersje programu Grace — w naszych przykładach posługiwać się będziemy wersją 5.1.3. Rozwój programu można śledzić pod adresem:

http://plasma-gate.weizmann.ac.il/Grace/

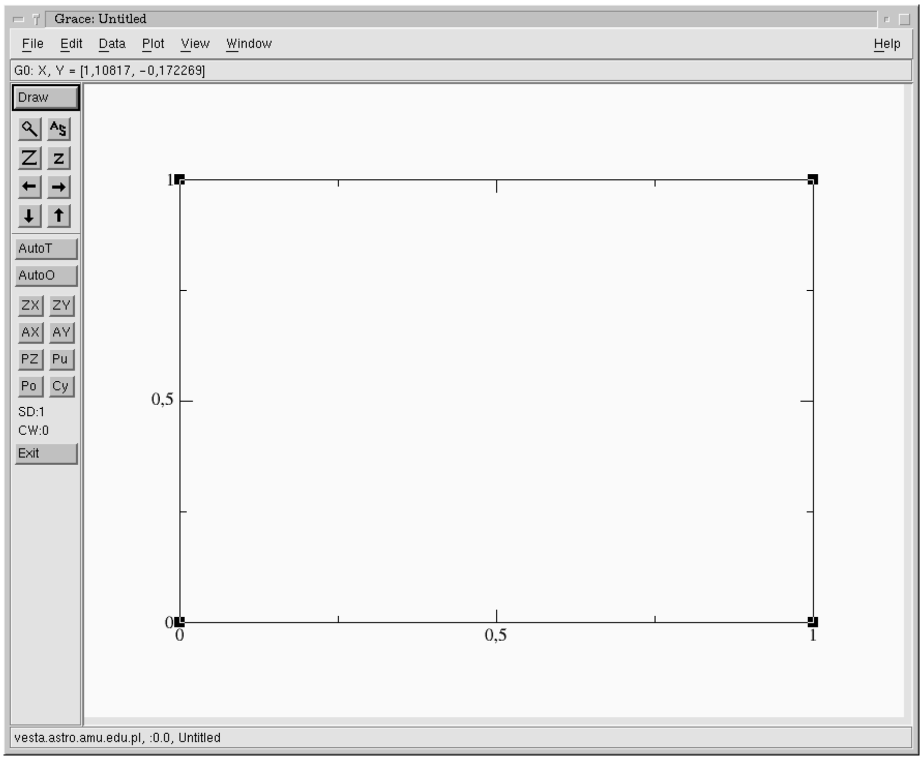
Wygodny interfejs graficzny Grace ułatwia jego używanie choć istnieje również możliwość korzystania z wersji programu akceptującej polecenia wprowadzane z linii komend (co nie wymaga posiadania terminala graficznego). Daje to dodatkowo możliwość przetwarzania wsadowego dużej ilości wykresów.

Zestaw instrukcji formatujących, przekształcających dane X, Y w wykres, zapisuje się w zwykłym pliku tekstowym, co pozwala na jego łatwą modyfikację. Grace umożliwia m.in.:

- pełną kontrolę parametrów wykresu: tytułów, legend, opisu osi, symboli reprezentujących punkty itp.
- stosowanie kilkunastu metod aproksymacji i transformacji punktów pomiarowych (regresja wielomianowa, punkty średnie, histogramy, zdefiniowane przez

użytkownika funkcje nieliniowe, całkowanie, korelacja, transformacja fouriera, filtry cyfrowe, konwolucja i in.)

- zapis wykresów w formacie PostScript, co umożliwia ich łatwe wstawianie do tekstów, formatowanych za pomoca LaTeX'a
- możliwość rozmieszczenia kilku wykresów na jednej stronie



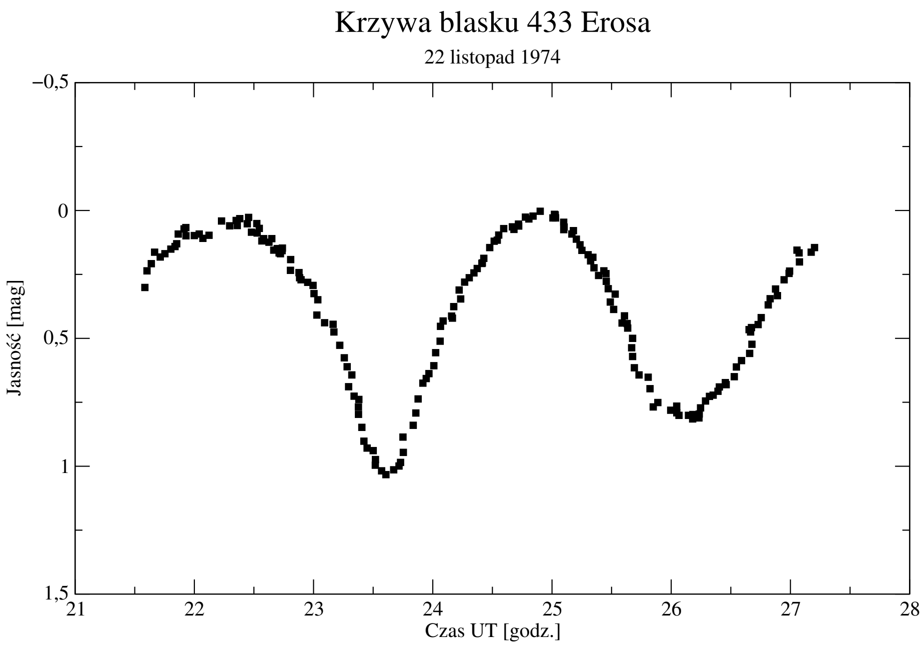
Rysunek 1: Okno programu Grace

2 Przykładowa sesja z Grace, wersja 5.1.3

Po uruchomieniu X Window, w x terminalu piszemy `xmgrace &` co powoduje pojawienie się okna programu (Rys.1). Wykonamy teraz prosty wykres zmian blasku planetoidy 433 Eros. Dane przedstawiono w postaci dwóch kolumn liczb, określających czas (wyrażony w godzinach czasu UTC) oraz jasność planetoidy w magnitudo. Znajdują się one na serwerze anonymous ftp Obserwatorium Astronomicznego UAM (adres: ftp.astro.amu.edu.pl) w pliku /pub/latex/eros.dat.

Po ściągnięciu pliku z serwera ftp i zapisaniu go w swoim katalogu wykonujemy w kolejności następujące operacje:

1. Zdefiniowanie rozmiaru strony
   - klikamy `View, Page setup...`



Rysunek 2: Przykładowy wykres, przygotowany w programie Grace

- z prawej strony napisu `Size` klikamy przycisk, wybierając z listy `A4`
- na dole okna klikamy `Accept`

2. Wczytanie danych

   - klikamy `Data, Import, Ascii`
   - w polu `Directories` przechodzimy do katalogu, w którym znajduje się plik z danymi; w celu wejścia do danego katalogu, trzeba dwukliknąć go myszą
   - w polu `Files` klikamy myszą nazwę pliku z danymi (w naszym przypadku `eros.dat`) i klikamy klawisz `OK`
   - po chwili w głównym oknie pojawi się krzywa — klikamy klawisz `Cancel` by zamknąć okno wczytywania danych
   - uwaga: każdorazowe kliknięcie `OK` powoduje wczytanie tych samych danych jako nowego zbioru; trzeba tu uważać, by niepotrzebnie nie stworzyć wielu zbiorów z identycznymi danymi

3. Ustalenie symboli dla punktów wykresu

   - klikamy `Plot, Set apperance`, następnie w kategorii *Symbol properties* klikamy przycisk z napisem `None` — pojawi się lista symboli, które mogą reprezentować punkty na wykresie;
   - klikamy `Square` (kwadrat), zmieniamy jego rozmiar ze 100 na 50 przesuwając myszą suwak oznaczony przez `Size`; suwak przesuwa się dość szybko, więc najpierw ustawiamy go w przybliżeniu na wartość z zakresu

40–60, a następnie naciskamy — UWAGA!, na klawiaturze — klawisz ze strzałką w lewo bądź w prawo, by ustawić go na 50

- wyłączamy linię, łączącą punkty pomiarowe, klikając myszą na przycisk z napisem `Straight` w kategorii *Line properties*; pojawi się lista możliwych opcji, z której wybieramy `None` (czyli brak linii)
- na dole okna klikamy klawisz `Apply` — wprowadzone zmiany uwidocznią się na wykresie
- zmieniamy wygląd symbolu, użytego do reprezentacji punktów; klikamy zakładkę `Symbols`, a następnie w kategorii *Symbol fill* klikamy przycisk `None`; pojawi się lista opcji, z której wybieramy czarny kwadrat; ponownie klikamy `Apply` — wprowadzone zmiany uwidocznią się na wykresie — oraz `Close`, co spowoduje zamknięcie okna

4. Wyśrodkowanie krzywej w ramce wykresu.
   Operację tę wykonujemy klikając myszą na jeden z czterech klawiszy z narysowanymi strzałkami, położonych z lewej strony głównego okna programu. Zauważmy, że ruch krzywej odbywa się z takim krokiem, by na osiach wykresu znajdowały się „sensowne” liczby (więc np. 20.4, 22.4 itd., a nie 20.3748, 22.8748, itp.).

5. Zmiana orientacji pionowej osi
   Na pionowej osi przedstawiono jasność w magnitudo, w której mniejszym liczbom odpowiada większa jasność obiektu. W celu jej odwrócenia:

   - klikamy `Plot` i `Axis properties`, co wyświetli nam listę parametrów, charakteryzujących osie wykresu
   - wybieramy oś Y klikając na przycisk, na którym początkowo widać napis `X axis`
   - klikamy przycisk `Invert axis` tak, by stał się on czerwony, a następnie `Apply` i `Close`

6. Nadanie wykresowi tytułu i podtytułu

   - klikamy `Plot`, `Graph apperance`, a nastepnie — w polu `Title` — wpisujemy nazwę tytułu: *Krzywa blasku 433 Erosa*
   - w polu `Subtitle` wpisujemy treść podtytułu: *22 listopad 1974*
   - zatwierdzamy wprowadzone zmiany klikając `Apply`
   - na wykresie pojawią się oba tytuły — jeśli są poprawne, zamykamy okno klikając `Close`

7. Opisanie osi

   - klikamy `Plot`, `Axis properties`, wybieramy oś X, wybieramy zakładkę `Main`, a następnie w kategorii `Axis label`, w polu `Label string` wpisujemy *Czas UTC [godz.]* i — koniecznie — klikamy `Apply`
   - teraz zmieniamy oś na `Y axis`, wybieramy zakładkę `Main` i wpisujemy `Jasnosc [mag]`
   - chcąc uzyskać polskie litery `śc` naciskamy `Ctrl-E`, co spowoduje otwarcie okna edycji znaków

- ustawiamy kursor w miejscu, w którym chcemy wstawić polskie znaki, wybieramy je myszą z górnej tablicy znaków i klikamy `Apply` i `Close`
- po zamknięciu okna edycji znaków ponownie klikamy `Apply` i `Close`, by zamknąć okno edycji osi

8. Zapisanie wykresu w postaci projektu
   - klikamy `File`, `Save as` i na dole, w polu o nazwie `Selection` wpisujemy docelową ścieżkę (w katalogu, w którym mamy prawo zapisu!) oraz nazwę pliku: *eros.agr* (rozszerzenie `*.agr` jest domyślnie nadawane plikom z programu Grace);
   - w pliku tym znajdą się wybrane przez nas parametry wykresu oraz nasze dane w postaci 2 kolumn liczb; klikamy `OK`
   - chcąc po pewnym czasie wrócić do wykresu, wystarczy wczytać do xmgrace plik z jego projektem — można to zrobić klikając `File`, `Open`
9. Zapisanie wykresu w PostScripcie do wydruku
   - klikamy `File`, `Printer setup`
   - w kategorii `Output` klikamy przycisk `Print to file`
   - w polu `File name` i wpisujemy nazwę pliku (np. eros.ps), do którego chcemy zapisać wykres (można również kliknąć przycisk `Browse` i wybrać inny katalog z listy)
   - w klategorii `Page` wybieramy orientację `Landscape`, rozmiar `A4`
   - klikamy `Apply`
   - klikamy `File`, `Print`, a nastepnie `Close`

   Wychodzimy z programu klikając `File`, `Exit`
10. Zapisanie wykresu w formacie Encapsulated PostScript
    Aby móc wstawić wykres do tekstu przetwarzanego przy pomocy LaTeX'a należy zapisać go jako EPS.
    - klikamy `File`, `Printer setup`
    - w kategorii `Device setup` wybieramy format `EPS`
    - w polu `File name` i wpisujemy nazwę pliku (np. eros.eps), do którego chcemy zapisać wykres (można również kliknąć przycisk `Browse` i wybrać inny katalog z listy)
    - w klategorii `Page` wybieramy orientację `Landscape`, rozmiar `A4`
    - klikamy `Apply`
    - klikamy `File`, `Print`, a nastepnie `Close`
11. Wydruk wykresu na ekranie lub drukarce
    Możemy teraz wydrukować wykres na ekran korzystając z GhostView. W x terminalu przechodzimy do katalogu, w którym zapisaliśmy wykres w formacie PostScript i piszemy `gv eros.ps`. Na ekranie pojawi się okno GhostView z naszym wykresem. Powinnien on wyglądać mniej więcej tak, jak na Rys.2. Wydruk na drukarce realizuje komenda `lpr eros.ps`.

3 Tworzenie bardziej złożonych wykresów

Wykonamy teraz dwa wykresy zmian blasku planetoidy 937 Bethgea (nazwa pochodzi od niemieckiego poety lirycznego, Hansa Bethge). Potrzebne dane znajdują sie w 2 plikach: `bethgea2.dat` oraz `bethgea3.dat`. Podobnie jak plik w poprzednim przykładzie, znajdują się one na serwerze anonumous ftp Obserwatorium Astronomicznego UAM (adres: ftp.astro.amu.edu.pl) w katalogu `/pub/latex/`.

Pliki zawierają kilka kolumn liczb: w pierwszej podano czas w dniach juliańskich, w kolejnych jasności planetoidy i dwóch gwiazd porównania w magnitudo. O ile plik `bethgea2.dat` zawiera jasności mierzone bezpośrednio (tzw. jasności instrumentalne), o tyle drugi plik zawiera jasności względne, różnicowe. Dokładniejsze wyjasnienie ich znaczenia nie jest nam teraz potrzebne – naszym zadaniem będzie stworzenie na jednej stronie 2 wykresów: górny ma pokazywać zmiany jasności instrumentalnych planetoidy i gwiazd w czasie, dolny: zmiany jasności względnej planetoidy oraz jasności względnej pierwszej gwiazdy porównania.

Zakładając pewne obycie z interfejsem programu będziemy podawać czynności do wykonania w skróconej postaci. Będziemy pomijać polecenie `Accept`, służące do zaakceptowania wybranych wartości, a nazwy przycisków i pól, które należy zmienić, będziemy wypisywac jednym ciągiem. Przykład: `View`, `Page setup...`, `Size=A4` oznaczać będzie:

- klikamy `View, Page setup...`
- z prawej strony napisu `Size` klikamy przycisk, wybierając z listy `A4`
- na dole okna klikamy `Accept`

A zatem – do dzieła:

1. Definiowanie rozmiaru strony na A4, ustawienie w pionie: `View`, `Page setup...`, `Size=A4`, `Orientation=Portrait`

2. Przygotowanie strony do umieszczenia 2 wykresów: `Edit`, `Arrange graphs...`, `Rows=2`

3. W tym momencie zobaczymy dwa wykresy; górny będzie aktywny, co poznamy po czarnych kwadratach w jego narożnikach. Chcąc uczynic aktywnym dolny wykres, należy na niego kliknąć. Bardzo ważne jest, by zawsze pamietać, który wykres jest aktywny, gdyż tego wykresu będą dotyczyły wszystkie nasze operacje. Klikamy więc ponownie górny wykres.

4. Wczytanie danych do górnego wykresu: `Data`, `Import`, `Ascii`, `Files= bethgea2.dat`, `Load as=NXY` (ten ostatni parametr mówi, by program wczytał *wszystkie* kolumny z pliku, a nie tylko dwie pierwsze)

5. Sposobem opisanym w poprzednim przykładzie zmieniamy orientację pionowej osi, opisujemy osie (poziomą: *UTC*; pionową: *Jasność instrumentalna [mag]*), zmieniamy jednostkę czasu na osi poziomej (mają to być godz, min i sekundy), zmieniamy sposób wyświetlania krzywych z ciągłych linii na symbole (dolna krzywa: czarne kółka, środkowa: czarne, niewypełnione kwadraty, górna: czarne, niewypełnione trójkaty).

6. Aktywujemy dolny wykres i wczytujemy do niego plik `bethgea3.dat` (postepując tak samo, jak w przypadku poprzedniego pliku)

7. Otrzymujemy tylko dwie krzywe, gdyż w czwartej kolumnie znajdowały się zera i trzecia krzywa pokrywa się z osią X.

8. Zmieniamy kierunek osi pionowej, opisujemy osie (poziomą: *UTC*, pionowa: *Jasność względna [mag]*), zmieniamy jednostkę czasu na osi poziomej, ustalamy symbole na krzywej (dolna krzywa: czarne, puste kwadraty, górna: wypełnione, czarne kółka)

9. By krzywe lepiej było widać, dosuniemy teraz górną krzywą do dolnej:

   - klikając dwa razy na dowolny z czarnych kwadratów na górnej krzywej sprawdzamy, że ma ona oznaczenie G1.S1
   - G1 oznacza pierwszy wykres (wykresu numerujemy od zera!; mamy w sumie dwa wykresy: G0 i G1), S1 – piewszy zbiór danych (mamy w sumie dwa zbiory: S0 i S1)
   - `Data`, `Transformations`, `Evaluate expression...`
   - z lewej strony okna mamy oznaczenie wykresu i krzywej przed przesunięciem, z prawej – po przesunięciu
   - wybieramy z lewej i z prawej to samo: `Set: G1.S1[2][43]`
   - w polu `Formula` wpisujemy: `S1.y=S1.y+0.1`
   - klikamy `Apply` pięć razy obserwując przesuwanie sie górnej krzywej w dół
   - klikamy dwukrotnie na pionową oś, co otworzy okno z ustawieniami osi; wpisujemy `Start=0.75`, `Stop=1.1`
   - operację przeskalowania można też uzyskać klikając symbol lupy w lewym górnym rogu głównego okna; tu jednak zależy nam na dokładnym wyniku, dlatego odręcznie wpisujemy dokładne wartości
   - na koniec zagęszczamy oznaczenia na pionowej osi tak, by kreski występowały co 0.05 magnitudo: `Plot`, `Axis properties`, `Major spacing=0.05`

10. Aproksymacja górnej krzywej na dolnym wykresie linią prostą

    - `Data`, `Transformations`, `Regression`
    - `Apply to set=S1`, `Accept`
    - po chwili pojawi sie dodatkowe okno konsoli Grace z dokładna informacja o wynikach regresji liniowej; wyszukujemy informacje o odczyleniu standardowym zmiennej zależnej (Standard dev. of dep. variable)
    - wynik w zaokrągleniu: 0.003
    - zbiór punktów, tworzących dopasowaną prostą znalazł się w dodatkowym zbiorze G1.S3; zmieniamy kolor tej linii z niebieskiego na czarny, a grubość linii z 1 na 2

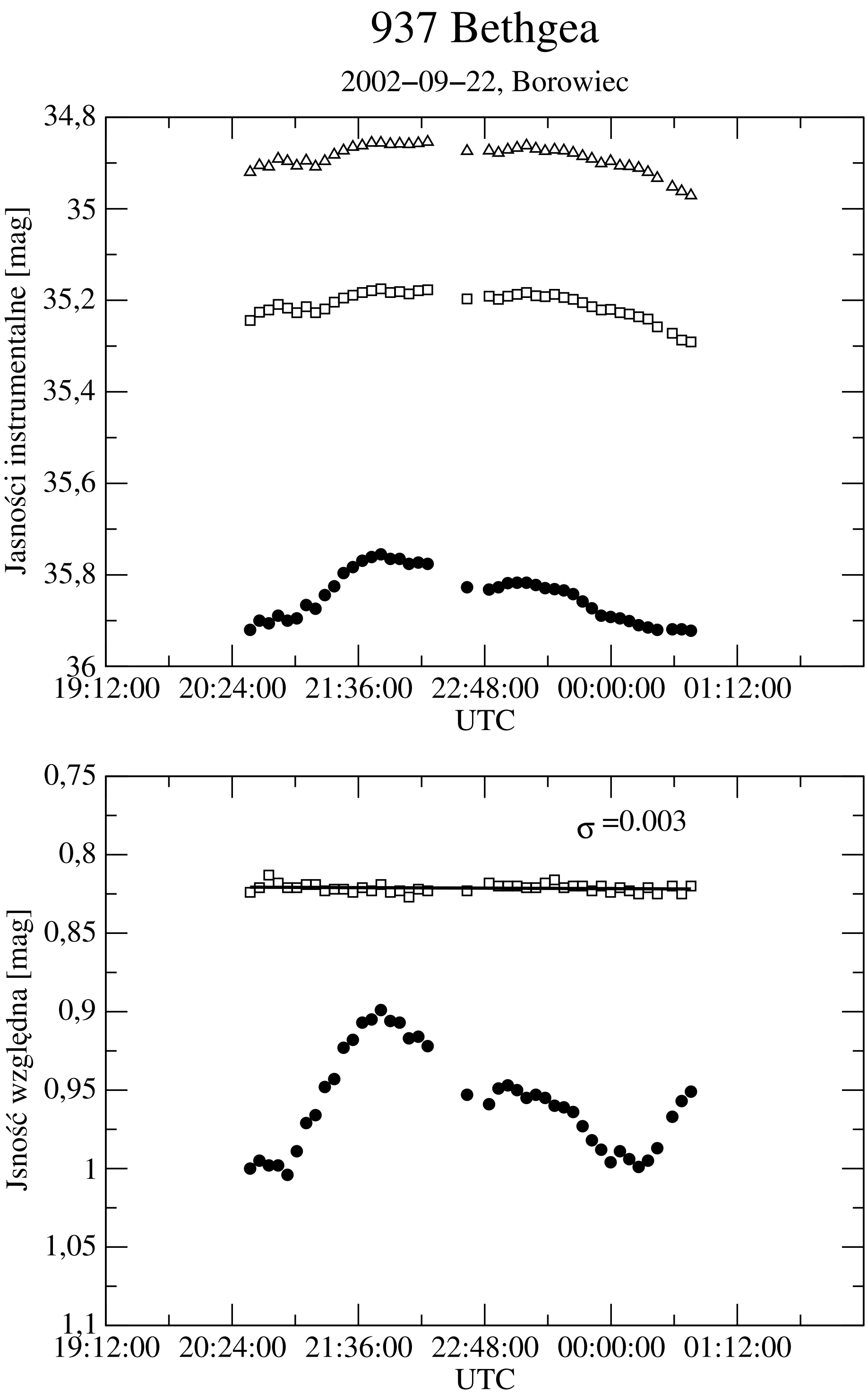
11. Opis krzywych na dolnym wykresie:

    - `Window`, `Drawing objects`, `Text`
    - teraz musimy kliknąć myszą na wykresie w miejscu, gdzie chcemy zacząć wstawiać tekst (zanim to zrobimy, należy spojrzeć na Rys.3)

- pojawia się nowe okno, w które należy wpisać łańcuch znaków; my chcemy wstawić napis $\sigma = 0.003$ mag, w którym pierwszy znak jest z greckiego alfabetu
- `Font=Symbol`, w okienko wpisujemy literę s, klikamy `Accept`
- klikamy myszą tuż za symbolem sigmy na wykresie – tam, gdzie ma się pojawić ciąg dalszy napisu
- zmieniamy krój czcionki: `Font=Times-Roman`, `String="=0.003 mag"` (w okienko wpisujemy to, co zawarto w cudzysłowie), `Accept`
- jeśli napis znalazł się w złym miejscu, możemy go przesunąć: `Window`, `Drawing objects`, `Move`

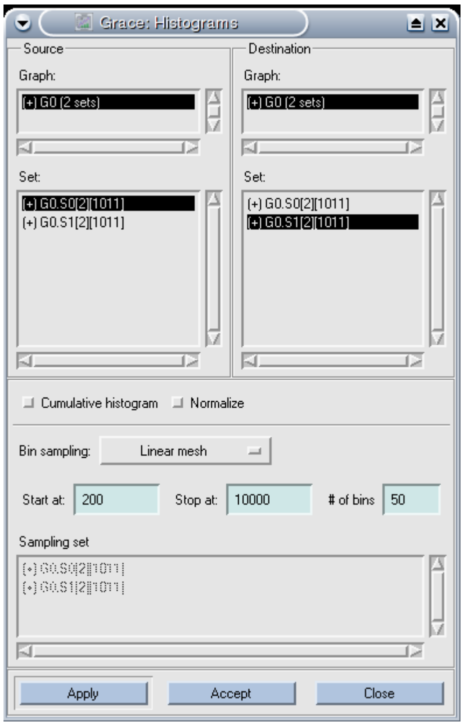
12. Wpisujemy tytuł górnego wykresu, czyniąc go aktywnym i postępując tak, jak w poprzednim przykładzie. Tytuł główny ma brzmieć: *937 Bethgea*, a drugorzędowy (znajdujący się poniżej): *2000-09-22, Borowiec*

13. Otrzymany wynik powinien odpowiadać wykresom prezentowanym na Rys.3



Rysunek 3: Wykresy będące rezultatem operacji przeprowadzonych w rozdziale trzecim

4 Histogramy i dopasowanie krzywych



Rysunek 4: Okno do tworzenia histogramów

Stwórzmy histogram dla promieni kosmicznych, które zostawiaja ślad na sensorach kamer CCD. Jako dane wejściowe wykorzystamy rzeczywiste pomiary, wykonane przy pomocy kamery Andor DZ436 z sensorem E2V 42-40. Znajdują się one na serwerze anonymous ftp Obserwatorium Astronomicznego UAM (adres: ftp.astro.amu.edu.pl) w pliku /pub/latex/hist.dat

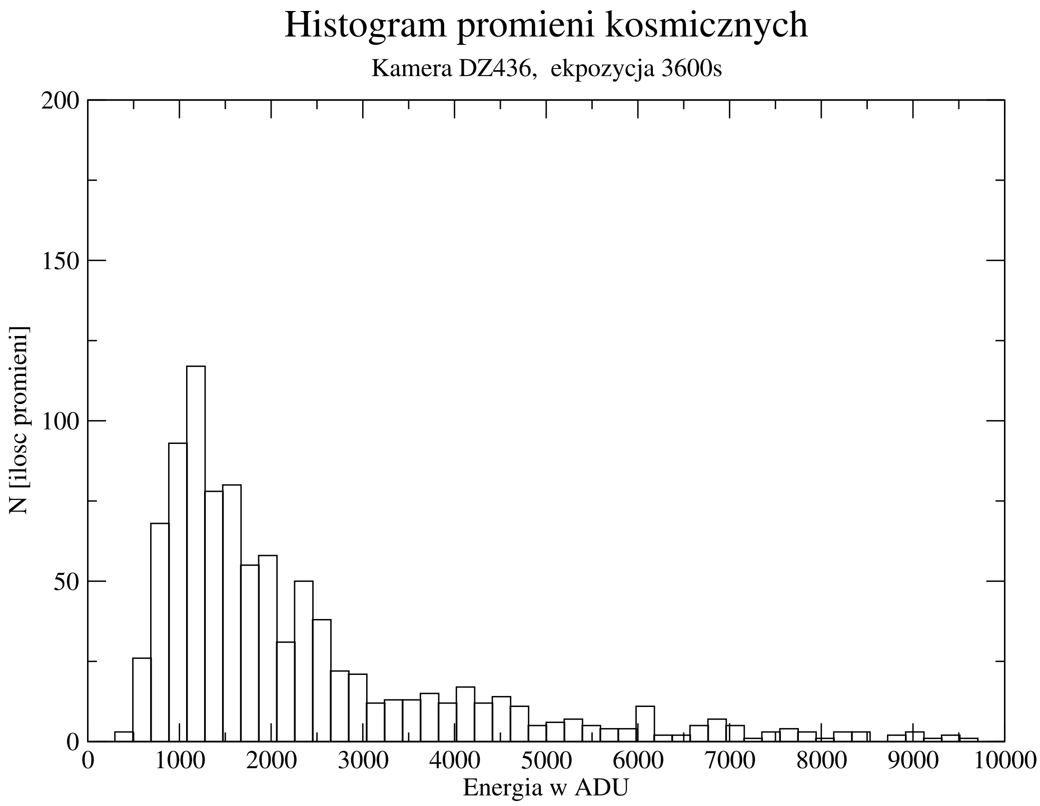
W pierwszej kolumnie wystepuje numer porządkowy promienia kosmicznego (od 46 do 1056, gdyż pierwsze 45 zdarzeń usunieto ponieważ nie były to promienie kosmiczne), w drugiej całkowita wartość ładunku w ADU, wygenerowana przez dany promień kosmiczny.

Chcąc stworzyć histogram wczytujemy plik `hist.dat` do Grace. Następnie

- otwieramy okno do tworzenia histogramów: `Data`, `Transformations`, // `Histograms` (Rys.4)
- w lewym panelu `Source` w oknie `Set` klikamy na `G0.S0[2][1011]`
- prawym klawiszem myszy klikamy na zaznaczony na czarno zbiór `G0.S0[2][1011]` i wybieramy opcję `Duplicate`
- w prawym panelu `Destination` okno `Set` klikamy na drugi od góry zbiór o nazwie `G0.S1[2][1011]`

- uzupełniamy pola w dolnej części okna: `Start at= 200`, `Stop at = 10000`, verb|# of bins = 50|
- na końcu klikamy `Apply`

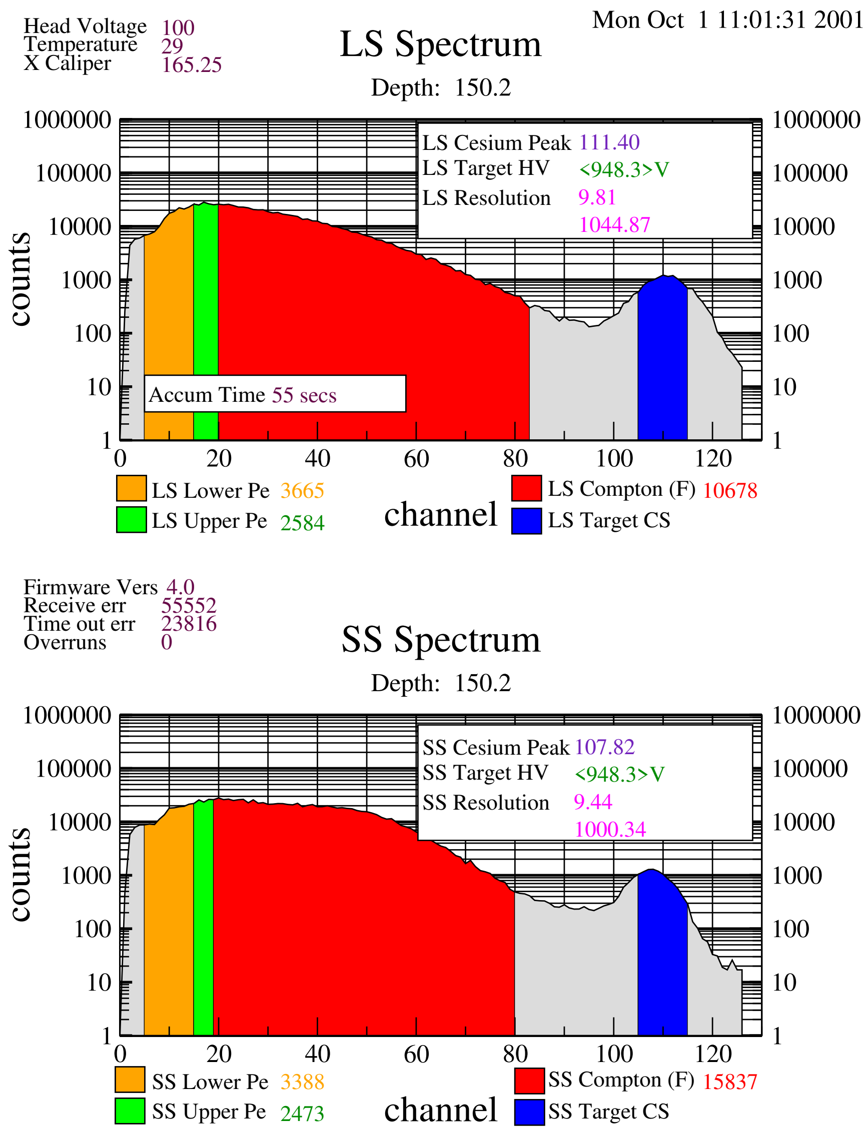
Na rysunku nie widać jeszcze nowego wykresu, gdyż skala pionowa jest nieodpowiednia. Ukryjmy zatem pierwotny zbiór danych, zmieńmy zakresy zmiennych na osich: $0 < x < 10000$, $0 < y < 200$ i ustalmy spoób wyświetlania histogramu na słupkowy. W tym celu wybieramy kolejno: `Plot`, `Set apperance`, zaznaczamy zbiór `G0.S1[2][51]` i w panelu `Set presentation` wybieramy `Type: Bar`. Rezultat pokazano na Rys.5.



Rysunek 5: Przykładowy histogram

5 Dalsza praca z Grace

Do programu dostępny jest obszerny opis w formacie HTML. Wystarczy kliknąć `Help`, `Tutorial`. Powoduje to uruchomienie domyślnej przeglądarki WWW i załadowanie do niej pliku dokumentacji. Listę przykładowych wykresów można odnaleźć klikając `Help`, `Examples`.



Rysunek 6: Przykład bardziej skomplikowanych wykresów, które można sporządzić w Grace