Вычислительная техника в помощь любителям астрономии

Обработка результатов наблюдений метеоров на ПМК

Визуальные любительские наблюдения метеорных потоков по-прежнему представляют известный интерес для науки. Самому любителю астрономии они приносят радость непосредственного общения со звездным небом, тренируют наблюдательность, реакцию. Однако поэтапная обработка больших рядов наблюдений метеорных потоков — занятие весьма утомительное и не у всех хватает терпения довести необходимую работу до конца. Это обстоятельство побудило автора статьи разработать программы обработки наблюдений метеорных потоков для широко распространенных программируемых микрокалькуляторов «Электроника» типа МК-56, БЗ-34.

Будем исходить из того, что читатели знакомы с методом многократного счета метеоров. Напомним, что основной результат обработки — это получение числовых характеристик метеорного потока, таких, например, как показатель функции светимости — $\varkappa$, пространственной плотности метеорного роя — ϱ и других (Земля и Вселенная, 1988, № 4, с. 64.— *Ред.*).

Помимо журнала наблюдений и калькулятора указанного типа, необходимо иметь карту звездного неба (диаметром не менее 18 см) с накладным кругом, измеритель и линейку.

В первой программе методом половинного деления решается уравнение вида:

$$PK\frac{Q}{Z}=1-(1-P)^k=\eta$$

относительно P, где P — коэффициент внимания одного наблюдателя для метеоров данной звездной величины m, K — количество наблюдателей, Q — общее число всех метеоров данной звездной величины (включая спорадические), которые увидела вся группа в течение ночи, Z — суммарное количество регистраций Q метеоров всеми наблюдателями, η — коэффициент внимания для всей группы наблюдателей.

Вычисляется полное число всех увиденных метеоров данной звездной величины: $n=Q/\eta$, полное число только метеоров потока данной звездной величины: $n'=Q'/\eta$, где Q' — общее число метеоров данной звездной величины, принадлежащих потоку.

Суммируется **общее количество метеоров** потока всех наблюдавшихся звездных величин:

$$N=\sum_m n'$$

Далее вычисляется среднее для интервала наблюдаемых звездных величин значение **показателя функции светимости** — одной из важнейших характеристик метеорного потока:

$$\varkappa=N_{(m+1)}/N_{(m)},$$

где $N_{(m)}$, $N_{(m+1)}$ — количество метеоров потока соответственно до m и m+1 звездной величины включительно. Вычисляется параметр, характеризующий **распределение частиц по массе:**

$$S=1+2{,}5\lg\varkappa$$

Приводим текст программы в символах, используемых в калькуляторе «Электроника БЗ-34».

Перед запуском программы на счет в ячейки памяти заносятся исходные данные: K → RG1, Z → RG2, Q → RG3, Q′ → RG4, константы: 0,5 → RG5, 0,001 → RG6, 0 → RG7, RG8, RGA.

Поясним работу программы **на примере.**

В течение ночи группой из шести наблюдателей (K=6) отмечено Q=50 метеоров второй звездной величины. Из них Q′=37 метеоров относятся к исследуемому потоку. При этом первый наблюдатель из Q физически различных метеоров увидел 23 вспышки, второй — 22, третий — 29, четвертый — 25, пятый — 19 и шестой — 20. Таким образом, вся группа в целом увидела Z=138 вспышек.

После занесения программы в калькулятор перехо-

00	ИП3	15	ИП5	30	ИП1	45	БП	60	ИПD	75	ИП5	90	,
01	ИП2	16	−	31	ИПD	46	14	61	÷	76	÷	91	5
02	÷	17	ПС	32	F, x^y	47	ИП5	62	ПВ	77	ИПА	92	×
03	П9	18	F, x≠0	33	/−/	48	2	63	ИП7	78	+	93	1
04	ИП1	19	47	34	1	49	÷	64	П5	79	ПА	94	+
05	×	20	ИП1	35	+	50	П5	65	+	80	ИП3	95	с/п
06	F, 1/x	21	×	36	ПD	51	ИП6	66	П7	81	ИПD		
07	1	22	ИП9	37	ИП0	52	−	67	F, Bx	82	÷		
08	ПD	23	×	38	−	53	F, x≥0	68	F, x≠0	83	с/п		
09	ПВ	24	П0	39	F, x≠0	54	59	69	80	84	ИПА		
10	ПС	25	ИПС	40	59	55	ИПВ	70	ИП8	85	ИП8		
11	−	26	/−/	41	F, x<0	56	ПС	71	1	86	÷		
12	F, x≠0	27	1	42	47	57	БП	72	+	87	ПА		
13	59	28	+	43	ИПС	58	14	73	П8	88	F, lg		
14	ИПС	29	ПD	44	ПВ	59	ИП4	74	ИП7	89	2		

дим в режим «автоматическая работа», нажимая клавиши F, АВТ и вводим исходные данные: 60 П1, 138П2, 50 П3, 37П4, 0,5П5, 0,001П6, 0П7, ПВ, ПА.

Запускаем программу на счет с нулевого адреса клавишами В/О, С/П. После ее остановки (примерно через 3 минуты) на индикаторе появится значение n, равное 51,50. Величины $n'=38{,}11$, $P=0{,}445$, $\eta=0{,}9708$ будут находиться соответственно в регистрах B, C, D.

Далее берем статистику наблюдений метеоров других звездных величин и производим аналогичные действия. Заносим новые исходные данные в регистры 2, 3 и 4 и восстанавливаем прежнее содержание регистра 5. Каждый раз осуществляем запуск программы с нулевого адреса.

После пересчета подобным образом метеоров всех наблюдавшихся звездных величин, вновь нажимаем клавишу С/П и через несколько секунд на индикаторе появится значение параметра S. В регистре 7 будет находиться величина N, а в регистре А — величина $\varkappa$.

Интересно знать также **среднее истинное часовое число** метеоров за ночь наблюдений — N_n. Оно показывает количество метеоров в рассматриваемом интервале звездных величин, попадающих на данную площадь небесной сферы в течение одного часа при $\eta=100$ %.

Отсюда нетрудно рассчитать **плотность метеорного роя** — ϱ, **среднее расстояние между его частицами** — τ и **приток метеорной материи на Землю** — I, то есть количество частиц потока до данной звездной величины включительно, попадающих на площадь атмосферы в 1 $м^2$ за секунду.

Величины всех перечисленных характеристик метеорного потока вычисляются во второй программе.

Рассмотрим пример. Пусть группа наблюдателей регистрировала метеоры в интервале с 24 до 4 часов ночи. Чистое время наблюдений (с учетом перерывов на отдых) около 3,5 часа. Угловой диаметр поля зрения, ограниченный обручем над головой каждого наблюдателя, составляет 60°. Известно также, что геоцентрическая скорость наблюдаемого потока равна 50 км/с. Нам еще понадобится число всех наблюдавшихся метеоров потока — N, которое уже находится в регистре 7 по результатам вычислений предыдущей программы.

После ввода программы в калькулятор занесем в память исходные данные: 60П2; 3,5П3; 50П4; 0П0 (обнуление RG0).

Пусть для середины первого часа (или получаса)

00	1	14	÷	28	ИП2	42	F, π	56	Cx	70	С/П				
01	ИП6	15	ИП3	29	2	43	×	57	ВП						
02	+	16	÷	30	÷	44	2	58	6						
03	П6	17	ПА	31	F, cos	45	×	59	÷						
04	ИП1	18	ИП4	32	F, x^2	46	F, 1/x	60	ПС						
05	F, cos	19	0	33	ПО	47	ИПА	61	ИПВ						
06	F, 1/x	20	,	34	F, Bx	48	×	62	ИП4						
07	ИП7	21	3	35	/−/	49	3	63	÷						
08	×	22	×	36	1	50	6	64	ПВ						
09	ИП5	23	8	37	+	51	0	65	3						
10	+	24	2	38	ИП0	52	0	66	F, 1/x						
11	П5	25	+	39	÷	53	÷	67	/−/						
12	С/П	26	F, x^2	40	ИПВ	54	ПВ	68	ИПВ						
13	ИП6	27	ПВ	41	×	55	↑	69	F, x^y						

наблюдений зенитное расстояние радианта потока, измеренное по звездной карте, составило 20 °. Заносим это число в RG1: 20П1. Теперь можно запустить программу на счет: В/О, С/П. (Переключатель «Р/Г» должен находиться в положении «Г».) После ее остановки меняем содержание регистра RG1 в соответствии с измерениями по карте, выполненными для середины следующего отрезка времени, и вновь запускаем программу на счет с нулевого адреса. Эти действия повторяем для всех последующих интервалов времени. После остановки программы нажимаем клавишу С/П. По завершении счета на индикаторе загорится число r (км), а в регистрах A, B и C будут находиться соответственно числа N_n, ϱ (частиц/км^3), I (частиц/м^{2}с).

Чтобы воспользоваться второй программой, необходимо знать зенитное расстояние радианта потока — Z на момент середины данного часа (получаса) наблюдений. Напомним, как его получить с точностью 2—3°, пользуясь картой звездного неба.

По экваториальным координатам (α, δ) радианта нанесем его положение на карту. Расположим накладной круг в соответствии с датой и часом наблюдений. Тонким карандашом проведем на карте линию, соединяющую точки севера — С и юга — Ю. (Они отмечены на накладном круге.) Найдем середину отрезка СЮ (точку зенита — Z). Теперь измерим длину отрезка ZЮ (или ZS) — L и расстояние от точки Z до положения радианта — l. Тогда легко получим зенитное расстояние в градусах:

$$Z = 90° \frac{l}{L}.$$

А. А. ГОРИНОВ
МО ВАГО
(129075 Москва, ул. Аргуновская, дом 12, кв. 89)