ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
X 1949 1

АСТРОФИЗИКА

Б. Е Туманян

Определение потенциальных энергий ряда открытых звездных скоплений

(Представлено В. А. Амбарцумяном 17 XI 1948)

В настоящей работе произведено вычисление гравитационных энергий 24-х открытых звездных скоплений. При расчетах использованы данные о видимых фотографических величинах, спектральных типах и координатах звезд скоплений Ф. В. Моверса ([6]), — для NGC 7092 и NGC 7209, и В. Шмидта ([7]),—для I. C. 2395, а для остальных 21 скопления результаты, содержащиеся в двух статьях Р. С. Цуга ([8,9]), дающих координаты, видимую фотографическую величину, колор-индекс, а для ряда звезд также спектральный класс и колор-эксцесс. Использовались расстояния скоплений, данные в этих работах. Для I. C. 2395, NGC 6383, 6520 и 6531 расстояния отсутствовали и были определены нами с учетом межзвездного поглощения в направлениях этих скоплений.

Вычисление потенциальных энергий произведено по методу, предложенному В. А. Амбарцумяном ([1]), согласно которому полная гравитационная потенциальная энергия скопления сферической формы равна

$$U = G \int_{-\infty}^{+\infty} [f(z)]^2 \, dz,$$

т. е. интегралу от квадрата плотности массы звезд на одномерной проекции скопления, умноженному на постоянную тяготения G. Как известно, этот метод очень прост для вычисления и может быть применен к скоплениям как с большим, так и со сравнительно небольшим числом членов.

Для определения масс звезд каждого скопления, на основании таблицы, данной П. П. Паренаго ([2]) по абсолютной фотографической величине, находилась абсолютная болометрическая величина, а затем, на основании соотношения масса-светимость ([11]), и логарифм массы.

После этого путем суммирования находилось значение массы в каждом интервале Δz, т. е. $f(z)\Delta z$ и вычислялось

$$U = G\Sigma \frac{[f(z)\Delta z]^2}{\Delta z}.$$

Полученные результаты приведены в таблице 1.

В таблице 2 мы объединили наши данные о гравитационных энергиях скоплений с данными, приведенными в статьях В. А. Амбарцумяна ([1]), Н. С. Орловой ([4]), И. Н. Скабицкого ([3]) и моей предыдущей работе ([5]).

Погрешности вычисления являются следствием следующих причин:

1. В основу метода определения потенциальной энергии положено допущение сферической симметрии распределения масс в звездных скоплениях, что в действительности нарушается и притом иногда в значительной степени.

2. Не во всех случаях возможно точно и правильно отделить звезды, физически связанные со скоплением, от звезд фона.

3. Неточное определение расстояния до скопления вносит некоторую погрешность.

Сравнение численных значений для потенциальных энергий, полученных разными авторами (см. табл. 2), показывает, что вышеуказанные причины погрешностей не могли оказать существенное влияние на численные результаты, и что приведенные здесь потенциальные энергии дают правильно порядок этих величин.

Для приведенных 43-х скоплений в логарифмической шкале начерчена диаграмма зависимости: потенциальная энергия-масса скопления. Вычисленные нами потенциальные энергии нанесены на эту диаграмму в виде пустых квадратов (тип II 2 г), треугольников (тип II 3 р) и кружков (остальные типы). Данные о скоплениях, для которых эти энергии вычислены другими авторами, изображены теми же фигурами, но сплошными.

Из основной формулы для потенциальной энергии

$$U = \frac{1}{2} G \sum_{i \neq k} \frac{m_i\, m_k}{r_{ik}},$$

где m_i — масса i-той звезды скопления, G — постоянная тяготения и r_{ik} — расстояние между i-той и k-той звезды следует, что потенциальная энергия является не только функцией массы, но зависит также от числа членов и их взаимных расстояний (т. е. от компактности скопления). Поэтому на нашей диаграмме точки, изображающие скопления, не располагаются на одной прямой.

При предположении, что все члены скопления имеют одинаковые массы, приближенное значение U можно оценить по формуле

$$U = \frac{1}{2} G \frac{m^2}{a} N\,(N-1),$$

где N — число звезд скопления, m — масса звезды, a — усредненное рас-

стояние между звездами скопления, являющееся величиной того же порядка, что и радиус скопления. Но так как

$$N \gg 1, \text{ т. е. } N(N-1) \approx N^2 \text{ и } mN = M,$$

где M—полная масса скопления, получим

$$U = \frac{1}{2} G \frac{M^2}{a}.$$

Предполагая, согласно Тремплеру ([10]), что скопления, одинаково построенные, имеют одинаковые диаметры, мы приходим к заключению, что для каждого подкласса Тремплера „a" будет постоянным, т. е. log M и log U будут связаны линейной зависимостью. Следовательно на нашей диаграмме скопления одинаковых подклассов расположатся на одной прямой с угловым коэфициентом равным двум. Для различных подклассов построенные прямые будут параллельны между собой и перемещены одна от другой на расстояние, зависящее от средних линейных диаметров этих подклассов.

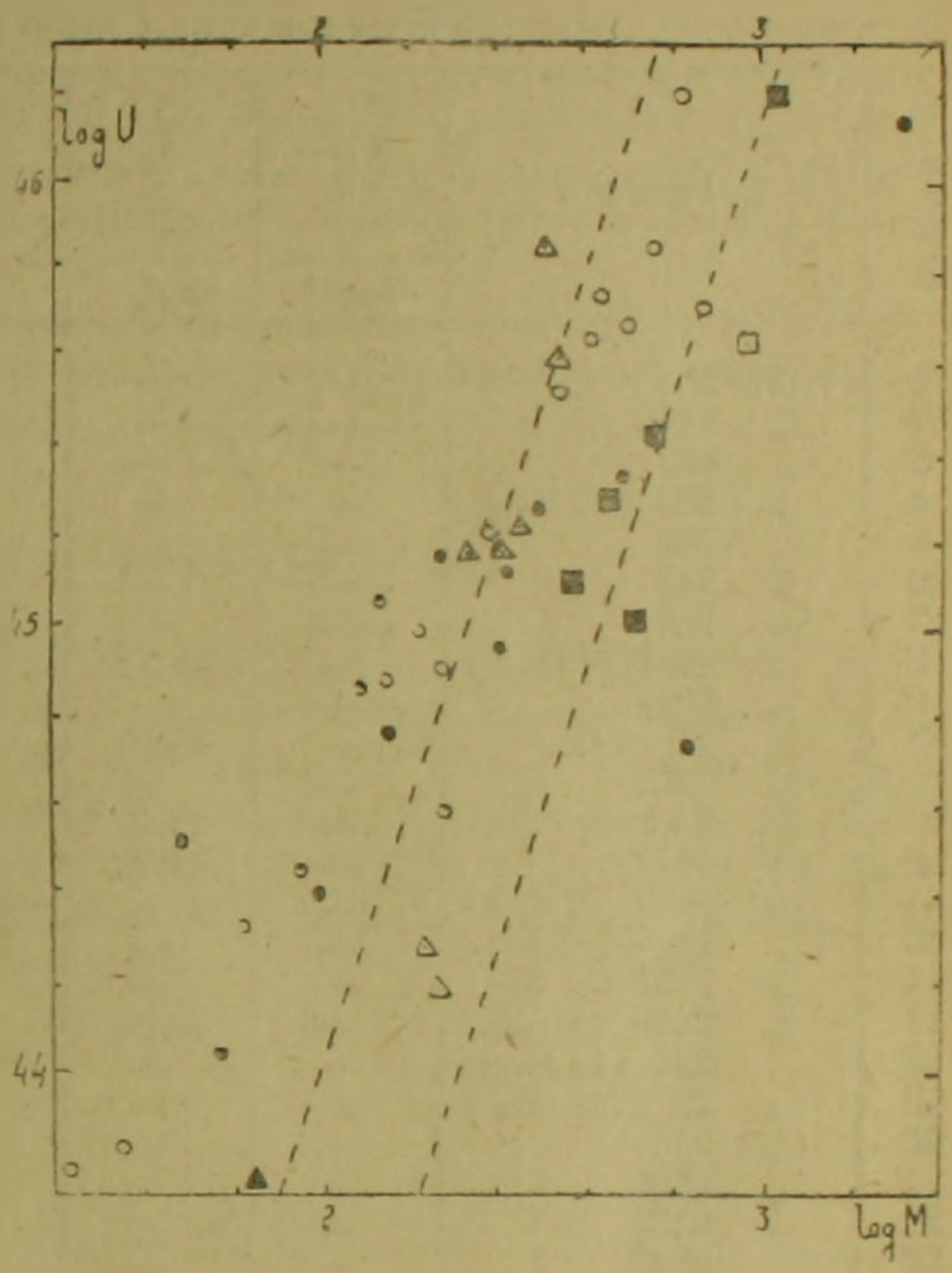

Таблица 1

Потенциальные энергии для 24-х открытых звездных скоплений

№ № п. п.	Скопления	Расстояние в парсеках	Общая масса, выраженная в мас. солнца	Гравит. потенц. энергии в эргах	№ № п. п.	Скопления	Расстояние в парсеках	Общая масса, выраженная в мас. солнца	Гравит. потенц. энергии в эргах
1	NGC 581	1900	144	$7{,}4\,10^{44}$	13	NGC 6383	1800	225	$14{,}9.10^{44}$
2	„ 1039	450	126	$7{,}2\,10^{44}$	14	„ 6520	2800	348	$40.0.10^{44}$
3	„ 1502	1450	328	$73.0.10^{44}$	15	„ 6531	1200	411	$43{,}8.10^{44}$
4	„ 1647	610	193	80.10^{44}	16	„ 6823	4600	764	$52{,}7.10^{44}$
5	„ 2099	820	141	$11.0.10^{44}$	17	„ 6882	1350	97	$2{,}9.10^{44}$
6	„ 2244	1340	581	70.10^{44}	18	„ 6885	630	48	$3{,}2\,10^{44}$
7	„ 2362	1650	642	158.10^{44}	19	„ 6910	2200	432	$56\,6.10^{44}$
8	„ 2381	2400	206	$1{,}5{\cdot}10^{44}$	20	„ 6913	2200	482	$49{,}0.10^{44}$
9	„ 2395	550	276	$14{,}6.10^{44}$	21	„ 7092	250	171	$9.7.10^{44}$
10	„ 2422	480	176	$1{,}8.10^{44}$	22	„ 7209	1165	942	$44{,}9.10^{44}$
11	„ 2439	1900	286	$16{,}6.10^{44}$	23	„ 7243	750	205	$13{,}1.10^{44}$
12	„ 2539	740	197	$15{,}3\,10^{44}$	24	„ 7510	4100	355	$33{,}4.10^{44}$

Проведенные на чертеже соответствующие прямые линии имеют угловой коэфициент, отличный от двух. К сожалению, имеющиеся под рукой данные недостаточны для того, чтобы сделать такую же проверку в отношении остальных подклассов.

Таблица 2

Численные значения logU и logM для 43-х открытых звездных скоплений

№№ п. п.	Скопления	Амбарцумян logU	Орлова logU	Скабицкий logU	Тумамян logU	Логарифм общей массы	Среднее значение logU
1	NGC 136	—	—	—	44.31	1,83	44,31
2	„ 146	—	—	—	43,77	1.43	43,77
3	„ 433	—	—	—	44,03	1,73	44,03
4	„ 581 (M 103)	—	—	—	44,87	2,16	44,87
5	„ 663	—	—	45,34	—	2,69	45,34
6	„ 743	—	—	—	43,82	1,56	43,82
7	„ 752	44,56	—	44,48	—	2,15	44,52
8	„ 869 (h-Persei)	—	46,11	—	—	3,30	46,11
9	„ 1039	—	—	—	44,86	2,10	44,86
10	Плеяды	—	45,12	—	—	2,43	45,12
11	„ 1502	—	—	—	45,86	2,52	45.86
12	Гиады	—	44,40	—	—	2,00	44,40
13	„ 1647	—	44,28	—	44,90	2,28	44,59
14	„ 1912 (M 38)	—	—	45,12	—	2,54	45,12
15	„ 1960 (M 36)	—	—	44,73	—	2,84	44 73
16	„ 2099 (M 37)	—	—	—	45,04	2,15	45,04
17	„ 2168 (M 35)	—	44,95	—	—	2,42	44.95
18	„ 2244 (12 Mon)	—	—	—	45,81	2,76	45,84
19	„ 2362 (τc Ma)	—	—	—	46,20	2,81	46,20
20	„ 2384	—	—	—	44,17	2,31	44,17
21	„ 2422	—	—	—	44,26	2,24	44,26
22	„ 2439	—	—	—	45,22	2,46	45,22
23	„ 2539	—	—	—	45,19	2,29	45,19
24	„ 2548	—	—	44,74	—	2,16	44,74
25	„ 2632 (Ясли)	—	45,25	—	—	2,48	45,25
26	I. C. 2395	—	—	—	45,17	2.44	45 17
27	NGC 2682 (M 67)	—	45,30	—	—	2.65	45,30
28	„ 3532	—	—	45,02	—	2,72	45,02
29	Coma Berenices	43,60	—	—	—	1,79	43,72
30	NGC 6383	—	—	43,84	45,17	2,35	45,17
31	„ 6520	—	—	—	45,60	2,54	45,60
32	„ 6531 (M 21)	—	—	—	45,64	2,61	45,64
33	„ 6705 (M 11)	—	46,18	46,22	—	3.01	46,20
34	„ 6823	—	—	—	45,72	2,88	45,72
35	„ 6882	—	—	—	44,46	1,99	44,46
36	„ 6885	—	—	—	44,51	1,68	44,51
37	„ 6910	—	—	—	45,75	2,63	45,75
38	„ 6913 (M 29)	—	—	—	45,69	2,68	45,69
39	„ 7092 (M 39)	—	—	—	44 99	2,23	44,99
40	„ 7209	—	—	—	45,65	2,97	45,65
41	„ 7243	—	—	—	45,12	2,31	45,12
42	„ 7510	—	—	—	45,52	2,55	45,52
43	„ 7654 (M 52)	—	—	45,45	—	2,77	45,45

Бюраканская Астрофизическая Обсерватория
Академии Наук Армянской ССР
Ереван, 1948, октябрь.

Բ. Ե. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆ

Մի շարք բաց աստղակույտերի պոտենցիալ էներգիաները

Վ. Հ. Համբարձումյանի կողմից առաջարկված մեթոդով հաշվված են 24 բաց աստղակույտերի գրավիտացիոն պոտենցիալ էնեգրգիաները։

Մեր կողմից հաշվված է նաև I. C. 2395, NGC 6383 և NGC 6531 աստղակույտերի հետազոտությունները, ըստ որում հաշվի է առնված միջաստղային կլանումը այդ ուղղություններում։ Ստացված արդյունքները տրված են առաջին 1-ին աղյուսակում։

2-րդ աղյուսակում, որտեղ մեր տվյալները միացրել ենք Վ. Հ. Համբարձումյանի (1), Ն. Մ. Օրլովայի (4), Ի. Ն. Ոկարիցկու (2) և մեր նախորդ աշխատանքում (3) տրված աստղակույտերի տվյալների հետ, տրված են 43 բաց աստղակույտերի logM *և* logU*-երի թվական արժեքները, որտեղ* M*-ը աստղակույտի լրիվ մասսան է, U-ն՝ պոտենցիալ էներգիան։*

Կառուցված է logU—logM*-ի առնչության դիագրամանը։*

Արված է եզրակացություն, որ այն աստղակույտերը, որոնք պատկանում են տրումպլերյան կլասիֆիկացիայի միևնույն դասին, դասավորվում են մի ուղղի վրա։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *В. А. Амбарцумян.* ДАН СССР, **24**, 875, 1939. 2. *П. П. Паренаго.* „Курс звездной астрономии", 437—438, 1946. 3. *И. И. Скабицкий.* Ученые записки ЛГУ, вып. 11, 1941. 4. *Н. С. Орлова.* Ученые записки ЛГУ, астр. сер. 4, № 22, 1938. 5. *Б. Е. Туманян.* ДАН Арм. ССР, IX, № 1, 1948. 6. *F. W. Mävers.* A. N. **270**, 201—219, 1940. 7. *W. Schmilt.* ZfA, **12**, 64—71, 1936. 8. *R. S. Zug.* L. O. B., **16**, 119, 1933. 9. *R. S. Zug.* L. O. B., **18**, 489, 1936—1938. 10. *R. J. Trumpler.* L. O. B., **14**, 420, 1930. 11. *W. M. Smart.* „Stellar dynamics", p. 21, 1938