Р. А. ВАРДАНЯН, О. Х. ТОРОСЯН, Л. Г. АХВЕРДЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ МАЛЫХ ПЛАНЕТ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Как известно [1], малые планеты (МП) делятся в основном на две группы—углеродные (тип С) и силикатные (тип S). Эти две группы отличаются тем, что у типа С в основном геометрическое альбедо $p<0{,}07$ а у типа S—$p>0{,}07$. Кроме того, МП типа С чаще всего имеют большие полуоси орбит $a>2{,}8$ а. е., а для МП типа S в основном $a<2{,}6$ а. е.

В настоящее время примерно для 200 МП определены из наблюдений геометрические альбедо и, следовательно, средние диаметры (Д). Цель настоящей работы заключается в том, чтобы, используя статистические закономерности, оценить диаметры МП с неизвестными альбедо.

Оценка типа МП. С целью определения типа МП рассмотрим зависимость абсолютных звездных величин B(1,0) МП от а. В табл. 1 приведены эти данные, взятые из Эфемерид малых планет (ЭМП) [2]. В первом столбце приводятся интервалы величины а. Для каждого интервала даны средние значения B (1,0) (второй столбец), дисперсия абсолютных величин σ (B (1,0)) (третий столбец), количество МП (четвертый столбец).

Как видно из табл. 1, абсолютные величины МП увеличиваются с увеличением а, а дисперсия абсолютных величин для больших полуосей в интервале 2,6—2,8 а. е. (где, как известно, одинаково часто встречаются и S- и С-астероиды) принимает максимальное значение. На основании табл. 1 можно было бы определить тип МП, исходя из значения а, то есть считать МП, у которых $a>2{,}8$ а. е., углеродными, а МП с $a<2{,}6$ а. е.— силикатными. Однако при таких условиях оказывается, что вероятность правильного определения типа МП составляет 70—80% (для МП с известным p).

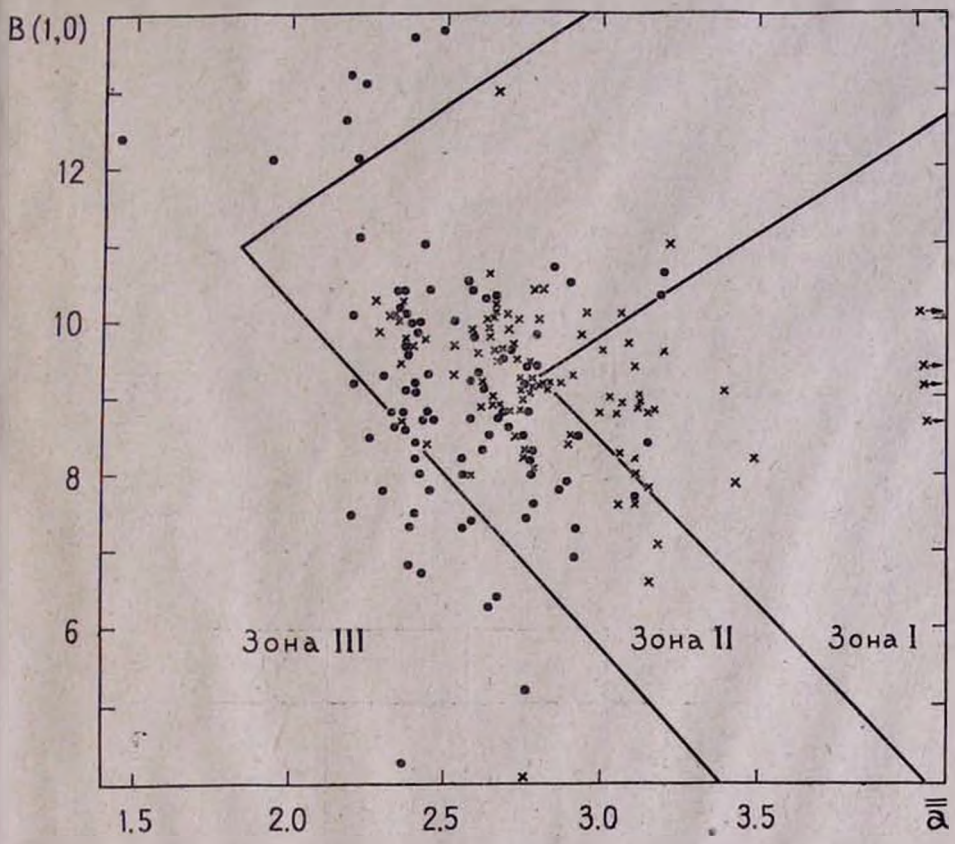
Для того, чтобы с большей достоверностью отделить эти два типа МП, рассмотрим зависимость B (1,0) от а. Эта зависимость приведена на рисунке, где точками обозначены МП типа S, а крестиками—типа С. Для отделения углеродных МП от силикатных на рисунке выделены три зоны. Зона I включает в себя МП типа С, зона II—МП типа С и S, зона III—МП типа S. Как видно из рисунка, МП, входящие в эти зоны, удовлетворяют следующим условиям:

1. Зона I (С-астероиды)—абсолютные величины удовлетворяют условию $y_2 \leqslant B(1,0) \leqslant y_1$, где $y_1 = 2{,}70\,a + 1{,}60$, а $y_2 = -4{,}44\,a + 21{,}72$.

2. Зона II (С- ,S-астероиды)—абсолютные величины удовлетворяют условию $y_2 \leqslant B(1,0) \leqslant y_1$ ($y_1 = 2{,}70a + 6{,}0$, $y_2 = -4{,}44a + 19{,}06$) и не удовлетворяют 1-му условию.

3. Зона III (S-астероиды)—абсолютные величины не удовлетворяют условиям 1 и 2.

Наличие отмеченных трех зон может объясняться следующими причинами, а именно: поскольку МП типа С в основном наблюдаются на больших расстояниях $a>2{,}8$ а. е., а их геометрическое альбедо



Зависимость между абсолютной звездной величиной B (1,0) и большой полуосью орбиты a. Точками обозначены S-астероиды, а крестиками—C-астероиды.

$p<0{,}07$, то естественно ожидать, что их абсолютные звездные величины из-за наблюдательной селекции должны быть ограничены сверху.

Что касается ограничения абсолютных звездных величин снизу, то это необходимо, поскольку в противном случае силикатные МП с большими альбедо могли бы попасть в I зону.

Третье условие объясняется тем, что МП типа S имеют геометрическое альбедо $p>0{,}07$, $a<2{,}6$ а. е. и, следовательно, могут наблюдаться как с большими, так и малыми абсолютными величинами.

Расчеты показывают, что при выполнении условия 1 с более чем 90% вероятностью выделяются углеродные МП, с такой же вероятностью выделяются силикатные МП при выполнении 3-го условия.

Налагая вышеуказанные условия на абсолютные звездные величины и большие полуоси орбит, мы определили тип МП, приведенных в ЭМП [2].

Средние диаметры МП. После выделения из ЭМП углеродных и силикатных МП мы определили их диаметры (Д (S), Д (C)). С этой целью для МП с известными диаметрами [3] были построены зависимости B (1, 0)—lg Д для обоих типов МП в отдельности, которые выражаются следующими эмпирическими формулами (полученным методом наименьших квадратов):

$$\lg Д(C) = -0{,}20\,B(1{,}0) + 4{,}01$$
$$\lg Д(S) = -0{,}22B(1{,}0) + 3{,}85.$$

Вычисленные по этим формулам диаметры приведены в табл. 2 (тип S) и 3 (тип C).

Для определения ошибки вычисленные диаметры были сопоставлены с известными. В табл. 4,5 приводятся номера МП, альбедо p, известные диаметры $Д_{изв}$ и вычисленные диаметры $Д_{выч}$ из [3]. Как следует из табл. 4,5, различие в основном обусловлено отклонением геометрического альбедо от средних значений (P (C) =0,035, P (S) =0,15).

Отметим, что при сопоставлении полученных нами диаметров с диаметрами МП, приведенными в работе [4], оказалось, что резкие отличия в значениях диаметров наблюдаются у тех МП, которые классифицированы как U или E, то есть для тех типов МП, величины диаметров которых чаще всего в [4] приводятся под вопросом.

Вычисления показывают, что у 90% МП средние ошибки $Д_{выч}$ относительно $Д_{изв}$ составляют 10%. Вследствие чего вычисленные нами диаметры МП, представленные в табл. 2,3, можно считать достаточно точными и использовать их для статистических целей.

Таблица 1

a	B(1,0)	σ (B(1,0))	n
1.0—1.5	16.14	1.54	9
1.5—2.1	14.66	1.47	25
2.1—2.2	13.75	0.97	60
2.2—2.3	13.52	1.27	207
2.3—2.4	12.69	1.97	158
2.4—2.5	12.13	1.79	124
2.5—2.6	12.00	1.77	139
2.6—2.7	11.65	1.64	207
2.7—2.8	11.04	1.60	216
2.8—2.9	11.49	1.21	121
2.9—3.0	10.97	1.23	98
3.0—3.1	11.41	1.11	196
3.1—3.2	11.11	1.27	321
3.2—3.3	11.28	1.21	63
3.3—3.6	10.37	1.26	45
3.6—5.0	10.61	0.99	30
5.0—5.5	10.34	1.12	22

Таблица 2

№	Д(s)								
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	919	647	12	929	7	1150	4	1358	11
2	531	649	5	930	13	1151	4	1364	9
3	292	650	8	933	8	1153	8	1367	5
4	832	682	8	935	5	1155	10	1370	4
6	251	685	10	937	9	1156	6	1374	4
7	239	689	8	939	8	1164	6	1375	11
8	168	699	9	950	13	1166	12	1376	7
9	186	700	13	951	10	1168	10	1377	5
11	145	703	7	956	8	1169	5	1378	9
14	177	707	8	960	5	1170	9	1381	10
15	306	711	13	963	8	1179	3	1382	8
18	145	719	1	967	9	1182	12	1386	4
20	168	722	9	969	8	1183	10	1387	5
27	97	724	4	970	8	1185	8	1391	10
29	186	728	6	985	5	1188	10	1393	9
40	102	730	4	989	8	1190	9	1394	11
43	72	736	16	1009	1	1192	7	1396	50
44	131	749	10	1011	7	1193	9	1399	3
63	119	750	10	1012	9	1195	4	1401	11
149	16	763	6	1016	9	1198	1	1402	4
192	107	765	6	1019	6	1204	8	1403	7
220	14	770	16	1025	6	1205	3	1405	5
228	6	782	13	1026	4	1216	8	1412	7
244	8	800	12	1030	4	1217	4	1414	7
249	13	802	8	1034	7	1218	5	1415	8
254	9	809	9	1037	3	1219	9	1418	10
265	11	810	5	1045	6	1221	0.5	1419	11
281	11	813	9	1047	8	1224	11	1422	7
290	9	819	9	1050	6	1225	8	1429	8
291	11	822	12	1052	10	1226	9	1430	9
296	8	823	11	1053	8	1230	4	1432	8
298	13	825	10	1055	11	1235	3	1435	4
299	10	827	6	1056	11	1236	11	1441	5
315	6	831	8	1058	9	1239	8	1446	6
330	8	836	5	1060	5	1244	12	1447	11
341	13	837	10	1063	13	1249	10	1448	5
343	12	841	8	1065	6	1250	5	1451	6
367	17	843	5	1066	5	1257	10	1453	7
391	15	851	10	1076	10	1267	8	1454	5
421	10	853	13	1077	6	1270	5	1455	5
422	17	854	8	1078	11	1272	8	1460	7
428	11	855	11	1080	7	1273	6	1466	6
433	14	857	11	1083	6	1274	9	1468	4
434	17	864	5	1088	11	1278	13	1472	6
440	14	865	9	1089	11	1279	7	1473	8
453	17	869	9	1090	11	1290	7	1475	5
463	11	870	10	1094	10	1293	9	1476	4
496	10	871	7	1097	9	1296	12	1478	8
512	16	878	1	1103	8	1307	9	1480	5
525	9	881	8	1104	8	1310	11	1486	4
540	16	883	7	1106	10	1311	6	1490	11
548	13	887	4	1110	8	1314	5	1492	5
553	8	896	10	1117	9	1316	4	1493	12
557	10	898	8	1120	10	1318	9	1494	6
571	11	900	10	1126	7	1322	5	1495	8
574	7	901	11	1130	8	1324	7	1496	6
587	8	902	8	1131	3	1325	9	1500	5
594	7	905	15	1133	9	1335	4	1501	7
603	8	913	7	1134	3	1338	6	1504	10
632	9	915	10	1139	5	1342	8	1506	9
641	7	916	12	1141	4	1344	6	1507	4
646	5	917	13	1147	8	1355	6	1509	6

Продолжение таблицы 2

№	Д(s)
1	2
1511	5
1513	5
1514	8
1515	6
1518	7
1522	7
1523	8
1525	7
1526	4
1527	7
1528	8
1530	4
1531	10
1536	4
1538	2
1543	8
1544	10
1549	7
1550	8
1551	7
1559	9
1562	8
1563	6
1565	7
1566	1
1568	9
1573	6
1575	6
1577	3
1580	2
1584	14
1586	8
1587	11
1590	10
1591	9
1593	4
1594	8
1598	5
1600	5
1601	7
1602	9
1607	11
1608	7
1610	4
1614	19
1615	22
1616	14
1618	12
1619	11
1620	2
1621	11
1622	8
1623	18
1627	5
1628	20
1629	6
1630	13
1632	12
1634	4
1636	8
1637	24
1638	11
1639	15
1640	4
1641	13
1642	13
1643	7
1646	7
1648	10
1651	10
1952	5
1656	5
1660	5
1661	5
1663	4
1664	7
1666	8
1667	8
1668	8
1671	10
1675	9
1676	5
1677	8
1682	5
1685	2
1688	9
1694	7
1696	5
1697	9
1699	5
1700	7
1703	5
1704	6
1705	5
1706	6
1707	8
1709	6
1710	4
1713	5
1715	8
1717	8
1718	4
1720	5
1722	10
1727	5
1729	8
1733	5
1736	9
1738	7
1739	7
1740	5
1743	10
1744	5
1747	5
1750	4
1752	4
1756	6
1757	6
1759	6
1763	5
1766	8
1768	5
1769	6
1770	6
1772	9
1773	9
1775	9
1779	3
1781	6
1784	8
1785	6
1789	5
1790	6
1793	7
1797	6
1798	7
1800	6
1803	9
1804	8
1806	6
1807	6
1810	7
1813	8
1814	5
1816	4
1817	9
1818	3
1820	4
1821	4
1822	4
1823	6
1829	7
1830	11
1831	9
1837	4
1842	8
1846	5
1850	5
1854	8
1855	7
1856	8
1857	7
1862	1
1863	1
1864	2
1865	1
1866	5
1876	2
1879	6
1883	5
1884	5
1885	4
1888	10
1892	9
1896	4
1897	5
1899	6
1900	8
1905	6
1906	7
1907	9
1909	8
1914	8
1915	0.5
1916	2
1917	1
1919	4
1920	2
1921	2
1923	5
1924	5
1925	8
1926	9
1928	6
1929	20
1931	5
1932	4
1933	5
1934	6
1935	5
1937	9
1938	6
1942	5
1943	1
1944	4
1945	8
1946	6
1948	8
1949	4
1950	6
1951	2
1959	6
1960	8
1964	5
1965	9
1966	4
1967	6
1972	5
1976	7
1978	5
1979	4
1980	2
1981	0.5
1982	8
1983	6
1987	11
1988	4
1989	9
1990	6
1991	4
1994	8
1995	7
1996	9
1997	5
1998	11
2001	6
2002	9
2004	6
2005	8
2006	6
2007	10
2011	6
2012	5
2013	9
2014	11
2015	8
2017	4
2018	2
2019	8
2021	4
2024	5
2026	8
2028	3
2029	5
2030	4
2031	5
2033	4
2034	6
2035	10
2036	6
2037	4
2038	8
2042	6

Таблица 3

№	Д(с)								
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
24	231	175	100	423	201	713	100	1256	66
31	278	176	127	451	221	721	80	1166	83
47	145	181	160	466	145	733	92	1268	100
48	242	184	127	469	100	747	175	1269	110
49	183	190	192	478	167	748	110	1317	110
61	175	199	100	483	115	758	139	1390	96
62	110	202	167	488	160	760	121	1404	88
65	265	209	192	489	115	762	139	1437	145
76	160	211	160	490	127	769	92	1439	58
86	110	212	127	491	100	776	167	1467	105
87	221	221	160	499	92	786	96	1512	76
90	139	225	121	500	110	788	121	1529	55
92	253	238	139	508	127	790	152	1578	43
94	175	241	175	509	110	804	145	1583	110
95	167	245	115	522	100	814	100	1617	38
96	152	250	175	528	100	849	160	1624	42
100	152	259	145	530	100	884	105	1625	60
104	127	260	83	536	133	909	121	1626	18
106	175	268	121	545	127	911	167	1631	18
107	231	276	133	566	145	912	133	1633	48
108	139	279	110	570	96	927	92	1635	27
117	145	283	127	579	133	940	80	1647	50
120	167	303	100	588	133	944	38	1746	66
121	221	325	96	595	139	958	60	1748	46
122	152	334	192	602	115	1028	83	1749	58
130	253	357	127	617	145	1038	46	1754	76
133	160	360	121	618	121	1093	100	1867	76
137	160	361	121	624	183	1143	133	1868	73
147	110	366	110	639	133	1144	63	1869	76
150	145	372	201	643	76	1162	87	1870	42
152	115	375	211	659	115	1172	133	1871	31
153	175	381	121	665	110	1173	96	1872	50
154	201	382	110	667	76	1177	80	1873	46
159	133	388	133	683	121	1180	92	1902	76
165	175	401	92	690	167	1202	52	1911	55
168	145	414	73	692	92	1208	110		
171	110	420	133	702	183	1212	66		

Таблица 4

№	p	$Д_{изв}$	$Д_{выч}$
1	0.054	1003	919
24	0.030	234	231
31	0.030	370	278
47	0.027	158	145
65	0.022	309	265
94	0.029	188	175
95*	0.019	230	167
106*	0.053	139	175
107	0.037	211	231
120	0.034	173	167
130*	0.050	173	253
137	0.033	150	160
159	0.035	140	133
211	0.030	166	160
238	0.029	154	139
241	0.030	200	175
360	0.034	130	121
371	0.028	126	121
451	0.026	276	221
502	0.029	137	115
617	0.037	147	145
624	0.038	179	183
747	0.024	205	175
790	0.025	176	152
804	0.048	141	145
1172	0.044	130	133
1173	0.034	92	96

Таблица 5

№	p	$Д_{изв}$	$Д_{выч}$
2	0.074	608	531
3	0.151	247	292
4*	0.229	538	832
6	0.164	201	251
7	0.154	209	239
8	0.144	151	168
9	0.139	151	186
11	0.126	150	145
14	0.152	158	177
15	0.155	272	306
18	0.144	150	145
20	0.164	131	168
27	0.147	108	97
29	0.140	195	186
40	0.123	100	102
43	0.113	85	72
44*	0.377	82	131
63	0.128	91	119
192	0.165	94	107
367	0.140	20	38
433	0.174	23	14
434*	0.300	11	17
782	0.141	15	13
887	0.166	4	4
1011	0.156	7	7
1052	0.140	12	10
1058	0.140	13	9
1566	0.166	1	1
1620	0.181	3	2
1685	0.124	3	2

Ռ. Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Օ. Խ. ԹՈՐՈՍՅԱՆ, Լ. Գ. ՀԱԽՎԵՐԴՅԱՆ

ՓՈՔՐ ՄՈԼՈՐԱԿՆԵՐԻ ՏՐԱՄԱԳԾԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

Ամփոփում

Աշխատանքում բերված են 756 փոքր մոլորակների վիճակագրական եղանակով որոշված տիպերը (C *կամ* S) *և տրամագծերը։*

R. A. VARDANIAN, O. KH. TOROSIAN, L. G. HAKHVERDIAN

DETERMINATION OF DIAMETERS OF MINOR PLANETS BY STATISTICAL METHOD

Summary

The type (C or S) of 756 minor planets and their diameters, determined by statistical method, are presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. *А. Н. Симоненко,* Метеориты—осколки астероидов, 1979, М., Наука, 104.
2. Эфемериды малых планет на 1979 год, Л., Наука, 1978.
3. *C. J. Lagercvist,* Photographic Photometry of Asteroids, Astron. Astrophys. Suppl., 31, 372—373, 1978.
4. *E. Bowell, C. Chapman, J. Gradie, D. Morrison, B. Zellner,* Taxonomy of Asteroids, 35, 322—326, 1978.