Matematicko-fyzikálny časopis

Juraj Dubinský; Pavel Chaloupka; Tadeusz Kowalski Положение космического экватора в области нулевого меридиана

Matematicko-fyzikálny časopis, Vol. 16 (1966), No. 3, 303--308

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/126612

Terms of use:

© Mathematical Institute of the Slovak Academy of Sciences, 1966

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* http://project.dml.cz

ПОЛОЖЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ЭКВАТОРА В ОБЛАСТИ НУЛЕВОГО МЕРИДИАНА

ЮРАЙ ДУБИНСКИ (JURAJ DUBINSKÝ), Кошице, ПАВЕЛ ХАЛОУПКА (PAVEL CHALOUPKA), Кошице, ТАДЕУШ КОВАЛСКИ (TADEUSZ KOWALSKI), Варшава

Ī

В результате действия магнитного поля Земли на заряженные частицы первичного космического излучения возникает несколько эффектов (эффект долготы, западно-восточный эффект и широтный...). Все эти эффекты были хорошо объяснены в настоящее время уже классической теорией Штёрмера, касающиеся заряженных частиц космического излучения в магнитном поле идеализированного диполя Земли [1].

При более подробном изучении широтной зависимости оказалось, что измеренные величины не соответствуют точно предсказаниям теории [2]. По теории Штёрмера минимум интенсивности космического излучения на отдельных меридианах (т. наз. экватор космических лучей) должен был бы соответствовать магнитному экватору диполя Земли. Первые попытки объяснить несоответствия простым изменением диполя (передвижением и т. п.) [3] не давали удовлетворительных результатов, и поэтому магнитное поле Земли приближалось с помощью прибавления членов мультипольных магнитных полей. Хороших результатов было достигнуто с помощью вычислительных машин, которые дали возможность учитывать всё более высокие члены сферического гармонического анализа магнитного поля. Последняя теоретическая работа [4], вычисляющая траектории частиц космического излучения в геомагнитном поле, берёт в разложении до шести членов. Из этого видно, что при изучении траекторий частиц космического излучения надо учитывать также местные аномалии магнитпого поля, влияние которых проявляется также в ваналленовских радиационных поясах Земли [5].

 Π

Измерения, использованные в настоящей статье, провел второй из авторов по пути из Арктики в мае 1963 г. Путь следовал по маршруту через

Атлантический океан от Кейптауна на север в направлении к Северной Ирландии. Рис. 1.

Маршрут пересекает магнитный экватор в местах со значительной разницей между положением магнитного экватора и положением космического экватора. Несмотря на то, что в этих областях проводились многие измерения, мы считали целесообразным повторить измерения.

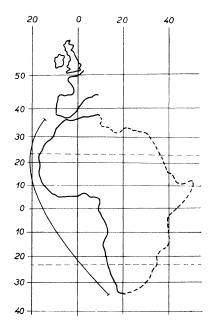


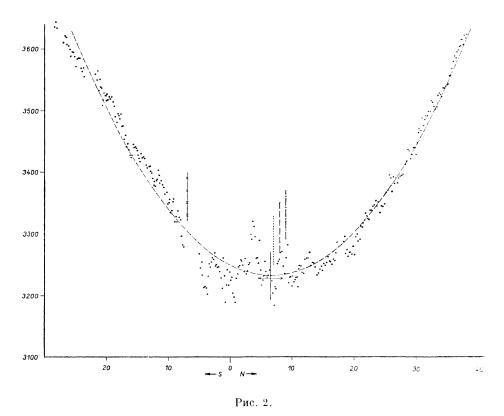
Рис. 1. Маршрут корабля.

чтобы убедиться, не изменилось ли со времени предыдущих измерений положение космического экватора в этих местах. В связи с деформациями внешней земной магнитной сферы под действием солнечного ветра [6] следовало бы ожидать, что будут меняться траектории частиц космического излучения, которые повидимому, чувствительны даже к небольшим негомогенностям земного магнитного поля.

Измерения были проведены с помощью широкоугольного счётчикового телескопа с большой поверхностью, регистрирующего все заряженные частицы космического излучения [7]. Измерения были проведены начиная с берегов антарктики до мыса Нордкап в Норвегии. Регистрировались минутные величины, в среднем 6000 импульсов в мин. Для определения экватора нами были использованы лишь величины, измеренные в интервале от 30° южной географической широты до 40° северной географической пироты (таблица 1.). Вне этого интервала широт преобладает уже абсорбция частиц космического излучения атмосферой над их энергети-

(19,26 3522 1 (19,05 3514 1 (19,05 3514 1 (19,05 3514 1 (19,05 3507 1 (19,18 1 (S.	=	X.	: =	· ×	,	· ·		0		:	: æ		
3522 3514 3507 3490 3495 3495 3495								2	1. 4	2 !	\ \ \ \ \	: !	÷ !	u :
3514 3507 3490 3495 3495 3495	15.65	3389	03,76	3202	00,00	3225	06,71	3224	14,01	3234	5.5.4.5. 1.5.4.5.1	3322	30,69	3466
3507 3490 3481 3495 3495	12,47	3378	03.59	3232	00.22	3230	06,90	3204	14.25	3237	22,60	3337	30,90	3486
3490 3481 3495 3492	12,35	3384	03,43	3253	00,39	3204	80,70	3184	14,47	3243	5.5.8 1.8.1	3337	31,10	3474
3481 3495 3492	12,20	3376	03.27	3247	12,00	3198	07.25	3214	14.70	3248	23.03	3343	31.31	3484
3495 3492	12,05	3385°	03,10	3255	00,75	3189	07,41	3211	14,92	3241	23,25	3345	31,52	3490
3492	68.11	3387	02,94	3262	00.91	3558	07,58	3252	15,15	3252	23,48	3352	31,72	3490
	11,74	3402	02,78	3259	01,10	3236	07,75	3256	15,38	3249	23,70	3343	31.93	3497
3486	11.58	3394	02,61	3270	01.58	3247	16.70	3259	15.61	3254	23,92	3350	32.14	3497
3494	11,43	3381	02,43	3249	01,46	3249	08,11	3270	15,82	3263	24,15	3333	32,34	3514
3474	11,24	3385	02,85	3251	01,64	3258	08.34	3271	16,04	3256	24.39	3344	32,55	3512
3475	11,02	3378	05,08	3246	61.85 58.10	3256	08,56	3248	16,25	3255	24,63	3343	32,76	3505
3453	10,80	3374	01,90	3247	05,00	3249	08,79	3236	16,46	3251	24,87	3347	32,96	3501
3460	10,58	3363	01,73	3239	02,18	3239	09,05	3262	16,68	3259	25.11	3366	33,17	3504
3441	10,36	3366	01,54	3229	02,36	3260	09,24	3282	16,89	3257	25.35	3369	33,38	3522
3446	10,14	3347	01,36	3212	02,53	3235	09,44	3221	17,10	3269	25,58	3394	33,60	3526
3436	9,95	3350	01,18	3261	02,71	3240	09,65	3230	17,31	3286	25,79	3380	33.82	3523
3427	08,60	3355	01,00	3232	02.89	3250	08,60	3231	18,32	3287	26,01	3367	34,03	3520
3423	9,64	3334	00.82	3189	03,07	3253	86,60	3216	18,49	3295	26,92	3391	34,25	3534
3427	9,49	3337	00,64	3217	03,25	3299	10,16	3232	18,67	3268	26,43	3380	34,47	3534
344.5	9,33	3351	00,46	3242	03,43	3291	10,34	3252	18.85	3274	26,65	3380	34.68	3537
3440	9,18	3356	00,29	3217	03,61	3319	10,50	3226	19,03	3264	26,87	3381	34.88	3539
3441	00,66	3319	00,12	3238	03, 79	3311	10,64	3230	19,23	3270	27,11	3389	35,07	3540
3439	08,85	3327			03,97	3295	10,78	3230	19,43	3270	27,35	3395	35.27	3553
3435	98,63	3319			04,15	3260	10,92	3215	19,64	3267	27,60	3393	35,47	3554
3427	8,44	3336			04,33	3261	11,06	3243	19,84	3280	27,84	3395	35,67	3565
3422	98,25	3326			04,51	3252	11,20	3249	20,05	3266	28,08	3411	35,87	3576
3417	90,80	3322	-		04,69	3289	11,39	3248	20,25	3295	28,32	3416	36,07	3585
3430	88,70	3296			04,86	3241	11,62	3238	20,46	3299	28,54	3435	36,27	3582
3423	07,71	3282			05,04	3217	11.86	3236	20,66	3288	28,77	3433	36,46	3592
3424	07,53	3279			05, 22	3225	12,11	3259	20,87	3291	28,99	3420	36,66	3595
3422	05,04	3268			05,40	3232	12,32	3261	21,07	3311	29,23	3427	36,86	3601
3411	04,86	3245			05,58	3255	12,56	3261	21,28	3310	29,44	3438	37,06	3602
3407	19.4	3255			05,76	3239	12.79	3270	21,48	3316	29,66	3438	37,26	3612
3409	04,49	3234			05,94	3230	13,03	3249	-21,67	3321	29.86	3426	37,45	3604
3400	14,31	3213			06.13	3233	13.28	3254	21.86	3332	30,07	3446	37,65	3619
3401	1.13	3215			06.32	3241	13.52	3253	22.0 1	3328	30.28	3463	37.85	3615
3398	13 94	3013			06.59	3030	13.76	3917		3353	30.40	3469	38.05	3691

ческим обрезанием магнитным полем Земли и широкая зависимость выравнивается. Даже внутри указанного интервала мы были выпуждены выпустить несколько величин из-за неполадок аппаратуры, встречающихся чаще в области географического экватора, вызванных большой влажностью воздуха (судно плыло Гвинейским заливом в период больших дождей). Измерение величины мы поправляли на давление и вычисляли средние данные за один час. На графике мы отметили зависимость этих данных от географической широты (рис. 2). Минимум кривой, полученной



расположение космического экватора, определенное по нашим измерениям в 1963 г.,

—×—×—

расположение магнитного экватора диполя Земли,

расположение космического экватора, определенное по измерениям, проведенным в 1956—1959 гг. [8],

————

расположение космического экватора, определенное по измерениям, проведенным в 1961 г. [9],

————

расположение космического экватора, определенное по измерениям, проведенным в 1956 г. [3].

нами таким путем, совпадает с космическим экватором на нашем меридиане. Тучей точек мы протянули гладкую кривую методом наименьших квадратов и определили её минимум.

С первого взгляда видно, что кривая имеет минимум на север от географического экватора и не является осево симметричной. Простейшей гладкой кривой, которая наилучше приближается к распределению наших точек, является парабола третьей степени, которую выразим уравнением

$$\delta(N-N_0) = A(\varphi-\varphi_0)^3 + B(\varphi-\varphi_0)^2 + C(\varphi-\varphi_0),$$

где φ_0 — географическая широта, соответствующая центру указанного нами интервала географических широт, N_0 — среднее число импульсов из всего интервала. Из измерений и вычислений мы получили следующие данные: $\varphi_0=4,97^\circ$ N, $N_0=337000$ имп. (в час) A=8,6. $10^{-5},B=0,38$, C=-1,19. Коэффициент корреляции между точками параболы и измеренными данными $\varrho=0,84$. Минимум параболы, т. е. географическая ширина космического экватора φ_E дана формулой

$$q_E - q_0 = -\frac{B}{3A} + \sqrt{\frac{B}{3A^2} - \frac{C}{3A}}$$
,

вычисленная величина $q_E = 6.5^{\circ} \text{ N}.$

Ш

Принимая во внимание, что широтная зависимость интенсивности космического излучения в области экватора не острая, положение космического экватора даже при столь большой точности измеренных данных и при столь высокой степени корреляции $\varrho=0,84$ невозможно определить очень точно. На основании измеренных данных и использованного метода мы оцениваем ошибку в определении положения космического экватора $\pm 2^\circ$. Несмотря на это, разница между положением космического и геомагнитного экваторов очевидна, последний из них находится в этих местах приблизительно в 7° S. Наш результат в рамках ошибок хорошо согласуется с измерениями, которые провел Й. А. Симпсон в 1956 г. [3], с измерениями на шведских судах "Ломмарен Стратус" и "Роксбург Каста" в 1956—1959 гг. [8], а также с нашими измерениями, проведенными в 1961 г. на судне "Кооперация" [9].

На основания сравнения приведенных резильтатов мы делаем заключение, что возможные изменения космического экватора в этой области с 1956 г. по 1963 г., т. е. от солнечного максимума до солнечного минимума, не измеримы. Область, в которой мы провели измерения, является

очень подходящей для подобного исследования (большая разница между положением геомагнитного и космического экватора), поэтому можно считать, что возмущения внешнего магнитного поля Земли, вызванные солнечным ветром, или не влияют существенным образом на трасктории космических частиц, или их величины с солнечным циклом не очень меняются.

Остается нашей милой обязанностью поблагодарить руководство 7-ой и 8-ой аптартктическими экспедициями, а также советских и чехословацких участников зимовки на станции Поволазаревская, равно как капитана и команду судна "Обь" за предоставление возможности проводить эту работу и оказанную ими поддержку.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Störmer C., Zeit. f. Astrophys. 1 (1930), 237.
- [2] Simpson J. A., Phys. Rew. 83 (1951), 1175; Phys. Rew. 90 (1953), 1068.
- [3] Simpson J. A., Jary F., Pyka M., J. Geophys. Res. 61 (1956), 11.
- [4] Mc Cracken K. G., IQSY Manuel 10, London 1965.
- [5] Вернов С. Н. и др., Геомагнетизм и Аэрономия 3 (1963), 657.
- [6] Parker E. N., Interplanetary Dynamical Processes, New York 1963.
- [7] Халоунка П., Инф. Бюллет. Сов. антаркт. эксп. 46, 1964.
- [8] Sandström A. E., Nuovo Cim. Suppl. 8 (1958), 263.
- [9] Дубински Ю., Халоунка И., Геомагнетизм и Аэрономия 3 (1963), 452

Поступило 8, 12, 1965.

Katedra jadrovej fyziky Prírodoredeckej fakulty Univerzity P. J. Šafárika, Košica

> ČSAV, Fyzikálny ústav Slovenskej akadémie vied, pobočka Košice

Instytut Geofizyki Polskiej akademii nauk, Warszawa