

ИНТЕРКАЛИБРОВКА НА СОНДОВИ ДАТЧИЦИ  
ОТ ЙОНОСФЕРНИЯ КОМПЛЕКС НА СПЪТНИКА  
"ИНТЕРКОСМОС БЪЛГАРИЯ-1300"

Н.Банков, Ст.Чапкънов, М.Гушева, С.Василев\*  
Г.Гдалевич\*\*

\*Институт за космически изследвания при БАН

\*\*Институт за космически изследвания при Руската АН

**Въведение:** Изведеният на 07.08.1981г. спътник "Интеркосмос България-1300" имаше почти полярна орбита с начални параметри: наклон 81,9°; перигей 826км; апогей 904км. Той бе снабден изцяло с българска научна апаратура, обединена в следните научни комплекси: сондов, енергиен, вълнов и оптичен. Обект на тази работа е сондовият комплекс, състоящ се от [1]: 2 системи П6-ИЛ и ИД-1 (предназначени за експериментално определяне на юонните структурни плазмени параметри:  $N_i=(10^2\div 10^6)\text{см}^{-3}$ ;  $T_i=(500\div 5000)^\circ\text{K}$ ;  $m_i=(H^+, He^+, O^+)$ ;  $V_i=(0.1\div 4.5)\text{км/сек}$ ,  $\Delta N_i/N_i=(0.1\div 100)\%$ ) и 1 система П7-ЗЛ за определяне на електронните структурни плазмени параметри  $N_e=(5\cdot 10^2\div 3\cdot 10^5)\text{см}^{-3}$ ;  $T_e=(1000\div 10000)^\circ\text{K}$ . Описането на сондите може да се намери в [2]. Четириелектродният сферичен юонен уловител ЧСИУ (българско изобретение [3]) летя за пръв път на борда на спътник. Теорията му не е разработена и целта на интеркалибровката е да се провери дали формулите, прилагани за интерпретация на данните, получавани чрез триелектроден сферичен юонен уловител ТСИУ могат да се прилагат при него. В следващото изложение основно са използвани резултати от измерванията на ЧСИУ, ТСИУ, цилиндрична сонда на Ленгмюр-ЦСЛ, както и съпровождащи измервания на трите компоненти на електричното поле.

**Подбор на информацията:** добре известните и успешно прилагани десетки години теории на ЦСЛ и ТСИУ важът за нормални условия в юноносферната плазма: съществуване на квазинеутралност, т.е.  $N_i=N_e$ ; липса на потоци от изиспиващи се частици и липса на ексцесивни електромагнитни полета. Необходимо условие също така е векторът на електрическото поле да не е насочен по оста на цилиндричната сонда на Ленгмюр. При неизпълнение на условието цилиндричната сонда се проявява като сферичен юонен уловител с диаметър, равен на дължината на колектора на сондата на Ленгмюр. Подбрани са две

орбити: № 601 и № 386, при които са изпълнени горните условия; случайте са показани на фиг.1 и фиг.2.

По абсцисните оси тече времето, като съответните мрежи на отчитане са: за орбита 386 – 90 минути, а за 601 – 30 минути.

По ординатната ос отдолу нагоре:

- трите компоненти на датчика на нискоенергетични протони и електрони;
  - ходът на електронната и йонната концентрация (последната според ТСИУ);
  - температура на електроните и йоните;
  - йонната концентрация, според показанията на ЧСИУ.
- Получаването на графиците  $N_i$  (ЧСИУ) ще бъде специално изяснено по-нататък.

#### Метод на интеркалибриране:

След като са подбрани случаите, за които важи теорията на ТСИУ, формулата, по която се определя  $N_i$ :

$$u(\varphi) = e \alpha S V \sum_j^m N_j \left[ \frac{\aleph T_i}{\sqrt{\pi m_j} V^2} (x_j e^{-y_j^2} + y_j e^{-x_j^2}) + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\aleph T_i - 2e(\varphi + \varphi_i)}{m_j V^2} \right) \left( \operatorname{erf}(x_j) + \operatorname{erf}(y_j) \right) \right],$$

$$x_j = \left( \frac{m_j V^2}{2 \aleph T_i} \right)^{\frac{1}{2}} - \left( \frac{e(\varphi + \varphi_i)}{\aleph T_i} \right), y_j = \left( \frac{m_j V^2}{2 \aleph T_i} \right)^{\frac{1}{2}} + \left( \frac{e(\varphi + \varphi_i)}{\aleph T_i} \right)$$

(където  $\operatorname{erf}(s) = \int_0^s e^{-t^2} dt$ ;  $\alpha$  – коефициент на прозрачност на решетките;  $S$  – площ на датчика;

$V$  – скорост на йоните по отношение на спътника;  $\aleph$  – константа на Болцман;  $e$  – заряд на електрона;  $m$  – брой на видовете йони;  $\Phi_g$  – потенциал на корпуса;  $N_j$  – концентрация на йоните от типа  $j$ ;  $T_i$  – йонна температура;  $T_e$  – електронна температура;  $m_j$  – масово число на йоните от типа  $j$ )

се прилага за информацията от ЧСИУ, като се варира стойността на коефициента (коффициент на пропускане на уловителя), докато се получи съвпадение на моментните стойности  $N_i$  (ТСИУ)= $N_i$  (ЧСИУ).

По този начин е получен ходът на йонната концентрация  $N_i (+)$  за горните части на фиг.1 и фиг.2.

Вижда се, че съвпадението на концентрацията на йоните, получена чрез прилагане на ЧСИУ, и на концентрацията на йоните, получена чрез прилагане на ТСИУ, е почти пълно.

Резултати:

1. Показаните на фиг.2 резултати от измерванията са характерни с това, че са получени изцяло в нощната страна на орбитата. Вижда се, че съвпадението на  $N_i$  и  $N_e$  е пълно.

Същото важи и за  $N_i$  (тсиу) и  $N_e$  (чсиу).

2. На фиг.1 наличието на хоризонтална непрекъсната линия в най-високата част на ординатната ос показва, че измерванията се провеждат в нощната част на орбитата, а отсъствието ѝ – осветената част на орбитата. Поради присъствие на фотоелектронен ефект, непосредствено влияещ на ЦСЛ, показанията на  $N_e$  на светло са с по-високи стойности за  $N_i$ .

Получените по горепосочената методика стойности на  $N_i$  (чсиу) съвпадат със съответните стойности на  $N_i$  (тсиу).

3. От показаните фиг.1 и фиг.2 се вижда, че ЧСИУ притежава добри масспектрометрични качества: в левите части се наблюдава значителна концентрация на хелиеви иони, наред с преобладаващите кислородни иони.

Изводи: Проведената интеркалибровка показва, че използването на формулите за триелектродния сферичен ионен уловител при интерпретацията на резултатите от ЧСИУ е оправдано. Разбира се, това се отнася за височините, на които се провеждат експериментите (800-900 km).

Четириелектродният сферичен ионен уловител е перспективен измервателен датчик, чието използване в космическата практика не само е оправдано, но като се имат предвид преимуществата му пред традиционните ТСИУ и препоръчително.

В експеримента с ЧСИУ се използва апаратурно получаване на първата и втора производни на регистрирания ток, като по стойността на първата производна се съди за ионната концентрация, а по втората – за ионната температура.

Опитът с "ИКБ1300" показва, че използването на апаратурно диференциране – особено получаване на втората производна на регистрирания ток – е целесъобразно.

Забележка: Този доклад е тясно свързан с работата по договор № ТН-515/1995г. с НФНИ на тема "Диагностичен сондов комплекс на космическата плазма", получените резултати са етап от изпълнението му.

**Литература:**

1. K.Serafimov, St. Chapkunov, M.Gousheva, et al.,  
First results of the "IKB-1300" satellite experiment, Acta Astronautica,  
Vol. 10, N 5-6, pp. 263-268, 1983
2. С.Чапкънов, М.Гушува, Н.Банков  
Изследване на влиянието на потенциала на космическия апарат;  
Сборник доклади от Втората национална научно-приложна  
конференция, Созопол, 1993, стр. 115-120
3. С.Чапкънов, Ц.Дачев, Т.Иванова,  
Измерител на йонните структурни плазмени параметри в  
йоносфера, Авт. свидетелство N 29530 с приоритет от 16.10.1979г.
4. Банков Н. Г.,  
Восстановление параметров холодной плазмы по результатам  
измерения, Болгарский геофизический журнал, т. XIII, N 2, 1987,  
стр. 68-74

B-1300 ORBIT 601

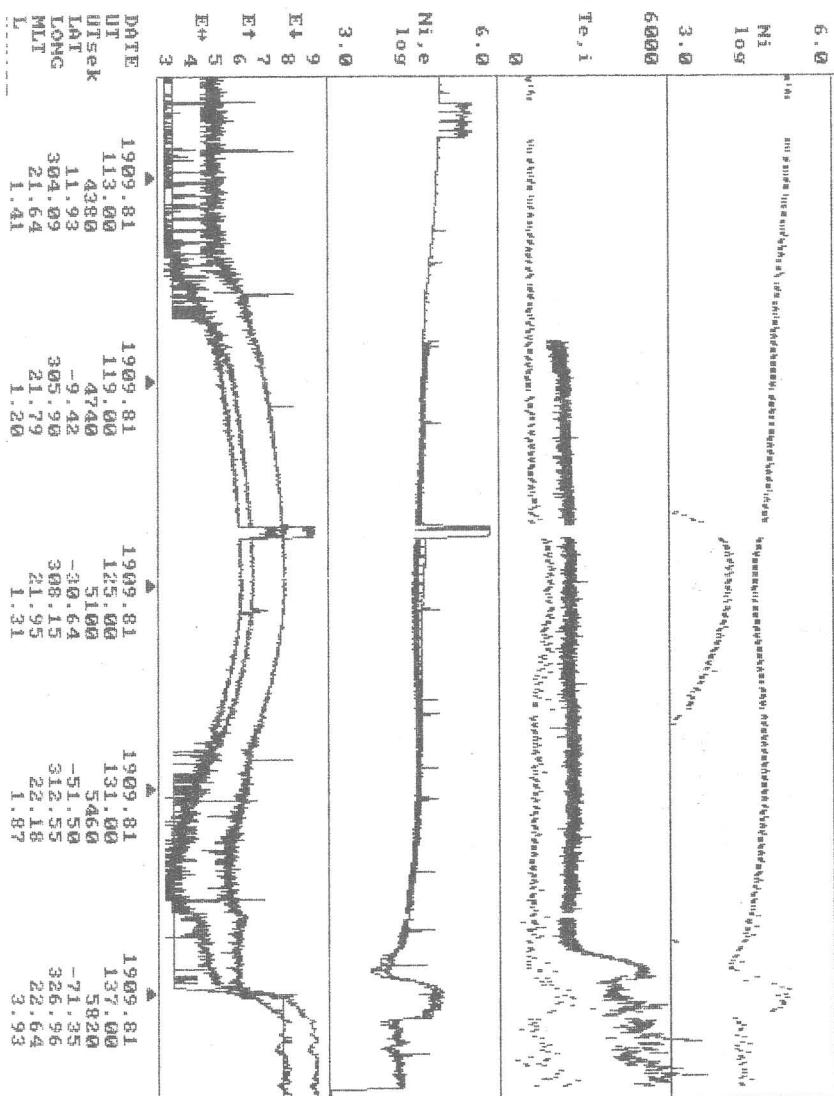


fig. 1

B-1300 ORBIT 386

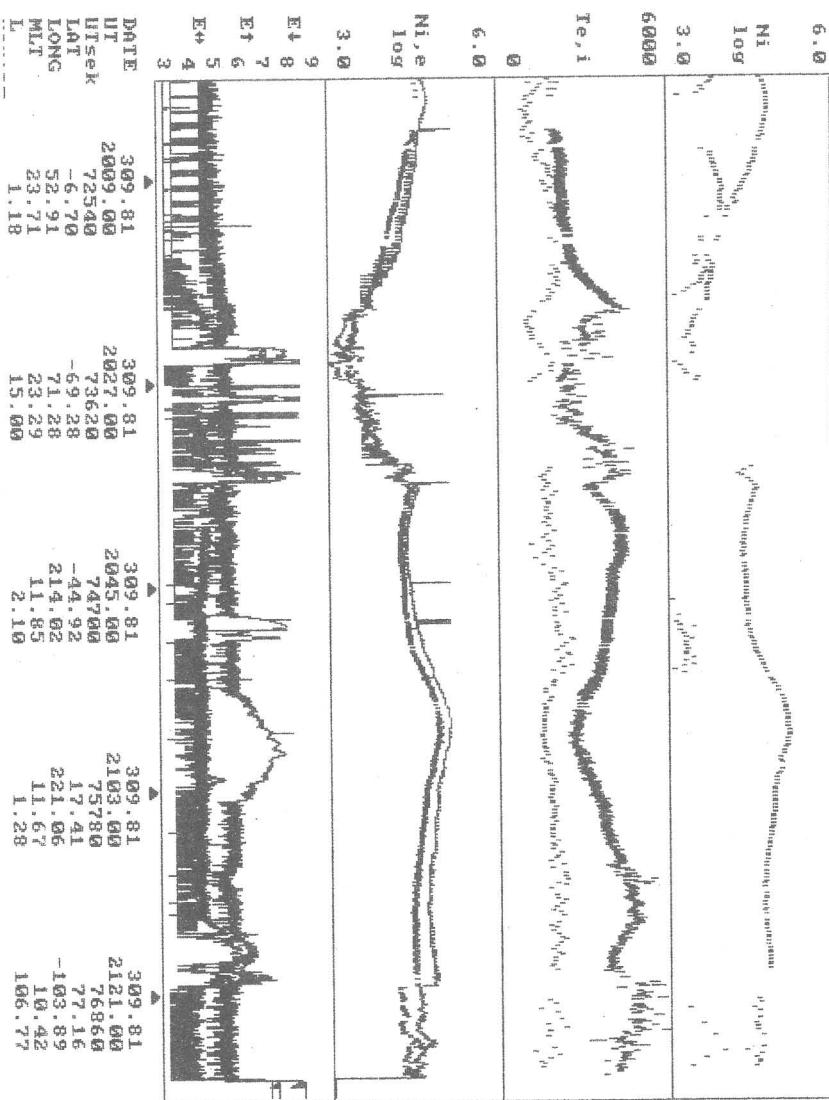


fig. 2