

## Система за автономни и комплексни изпитания на устройство за измерване на параметрите на електростатичното поле в йоносферата

*М. Х. Петрунова, Б. В. Бойчев*

*Институт за космически изследвания, БАН*

За измерване на параметрите на електростатичното поле в йоносферата се използват сондови методи. Методът с четири сонди-датчици позволява от борда на космически апарати да се получи оценка на вектора на полето в относителна координатна система в широк амплитуден и честотен диапазон.

Устройството за измерване на електростатичното поле в йоносферата е оформено като блок електроника и 4 изнесени на щанги сонди-датчици с вградени предусилватели.

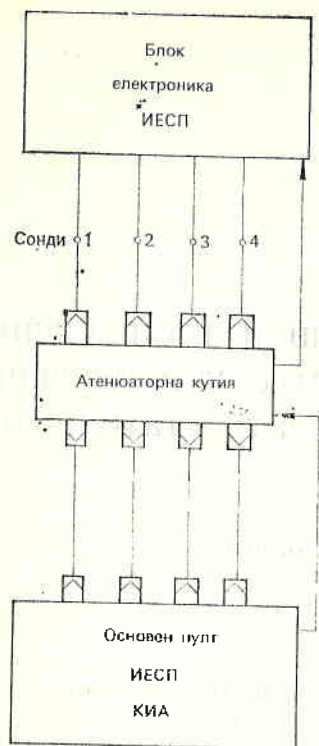
С цел установяване на работоспособността на устройството и неговото правилно функциониране се налага провеждане на автономни и комплексни изпитания в предстартовия период.

Изпитанията се провеждат със система, специализирана за проверка на устройството -- контролно-изпитателна апаратура (КИА), включваща основен пулт (фиг. 1), в който се осъществява комутация, затихване и обработка на всички входни и изходни сигнали на устройството, както и контрол на всички захранващи напрежения и консумирани токове от него.

Системата за изпитания КИА се включва към датчиците на устройството чрез съгласуващи резистори ( $10\text{ M}\Omega$ ) с цел имитация на реалните работни условия на средата, а всички останали вериги се включват директно.

Специфичните условия на експеримента създават известни проблеми при изпитание, свързани главно с много ниските нива на подаваните сигнали, широката честотна лента, голямата дистанция между основния блок на системата за изпитания и устройството и възможността за проникване на електромагнитни смущения от съседни обекти в комплекса. За провеждане на автономни и комплексни изпитания на прибора е необходимо системата да осигури следните условия:

1. Да се генерират и подават към прибора напрежения със следните параметри:



Фиг. 1. Схема на свързване на КИА и прибор ИЕСП при изпитания на прибора

1. Синусоидално напрежение с възможност за промяна на амплитудата от  $3 \mu\text{V}$  до  $300 \text{ mV}$  и на честота от  $0,5$  до  $15 \cdot 10^3 \text{ Hz}$ ;

2. Шумово напрежение в същите диапазони с възможност за наслагване върху синусоидалното;

3. Постоянно напрежение с амплитуда от  $-1,5 \text{ mV}$  до  $+1,5 \text{ V}$ ;

4. Тригонообразно напрежение;

II. Нивата на калибриращите напрежения да се променят през  $1 \text{ dB}$  в рамките на целия амплитуден диапазон и плавно в честотния.

III. Да съществува възможност калибриращите напрежения да се подават едновременно в права или в обратна полярност с възможност за промяна едновременно към четирите датчика на прибора.

IV. Разстоянието от КИА до датчиците на прибора при тестване да бъде от порядъка на  $20 \text{ m}$ .

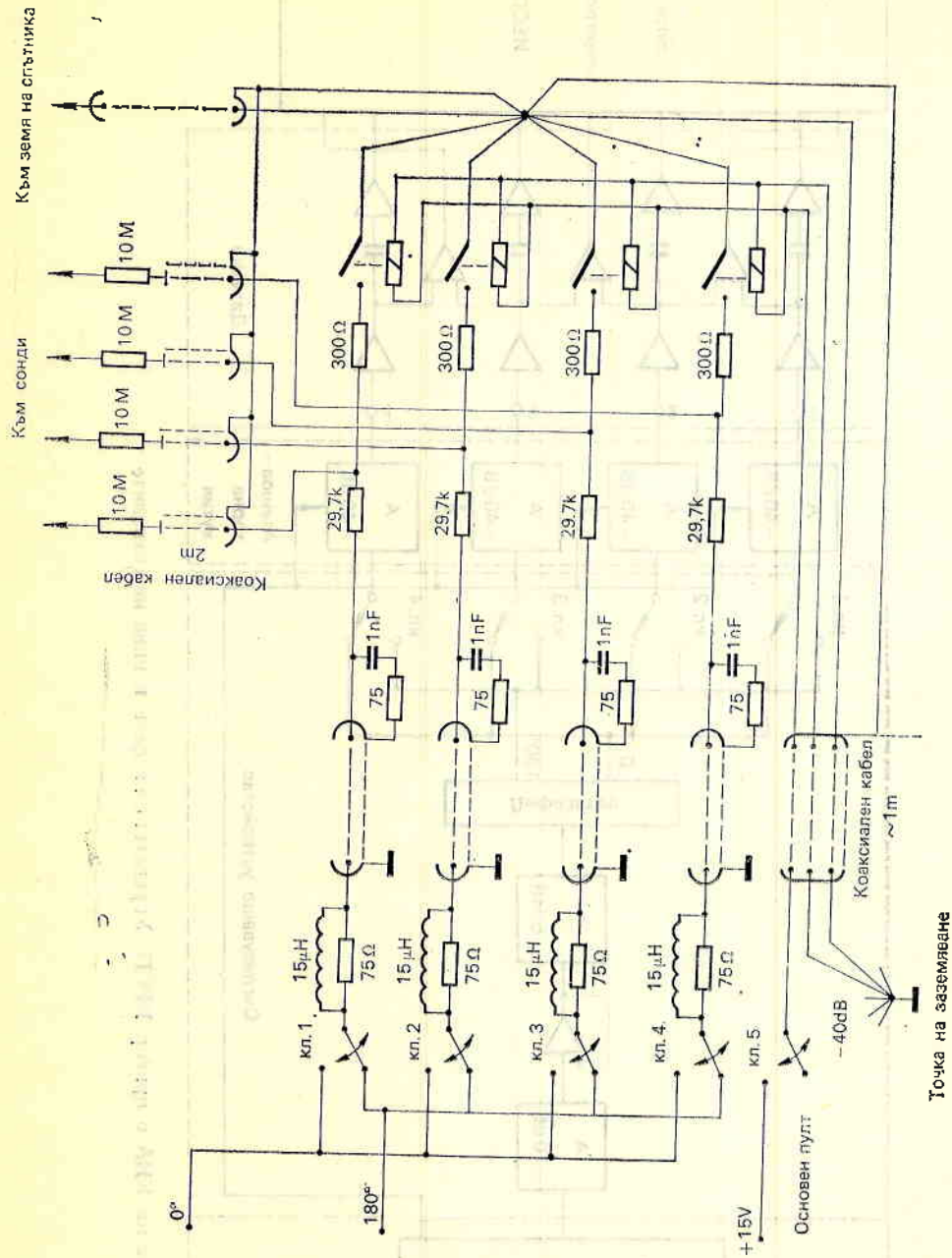
Последното изискване налага сигналът да се подава по коаксиални кабели с високо ниво за променливите и шумовите напрежения и непосредствено затихване преди датчиците на прибора.

Затихването се осигурява от изнесени атенюатори ( $-40 \text{ dB}$ ), поместени в отделен възел — атенюаторна кутия (фиг. 1). Те се управляват дистанционно от основния пулт и се превключват в зависимост от режима на изпитания с постоянно или променливо напрежение.

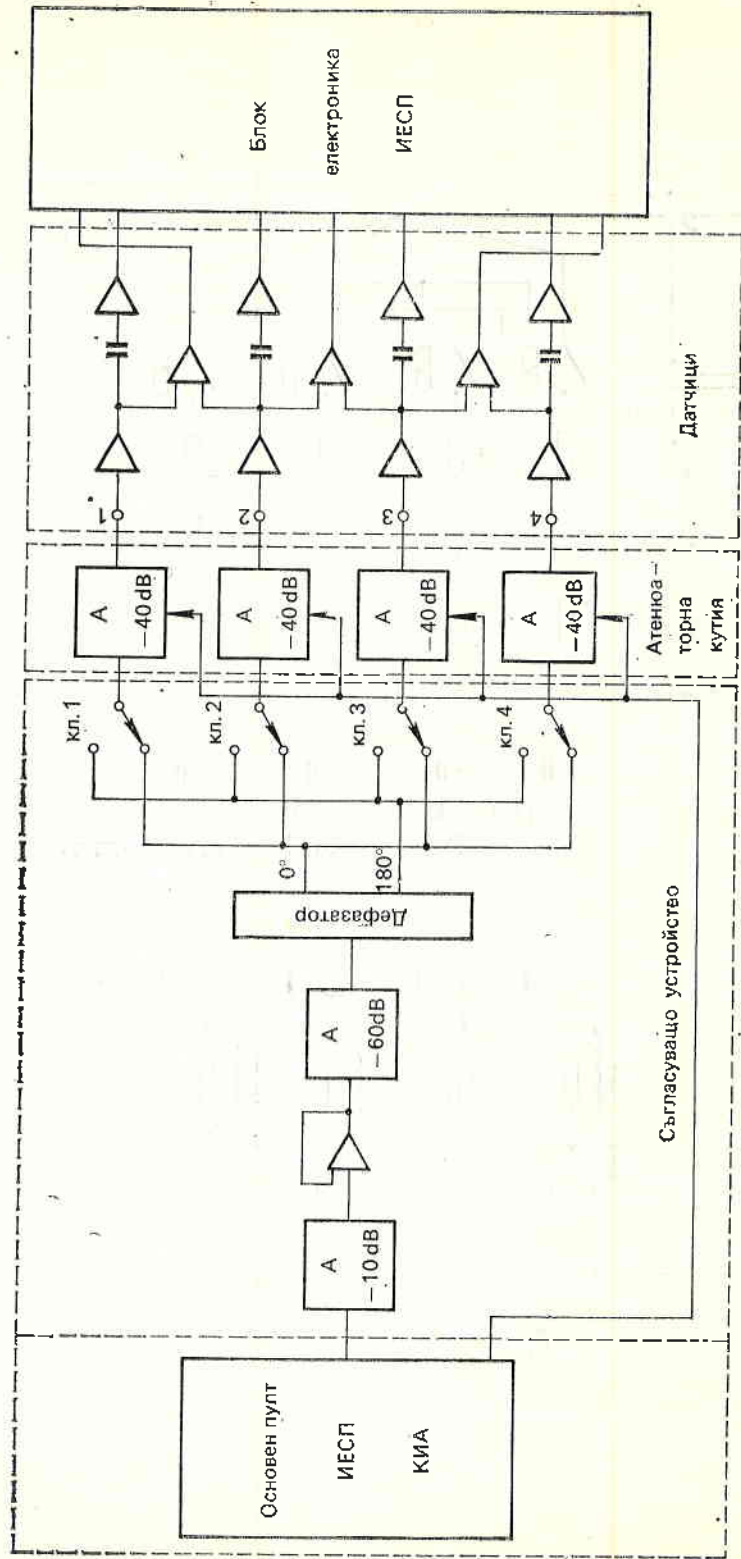
Голямата дължина на фидерните линии между основния пулт и атенюаторната кутия, високият им фактор (тефлонов изолатор и посребрени метали части), както и ниското ниво на полезния сигнал налагат импедансно съгласуване в двата им края по висока честота. Чрез веригите дросел ( $15 \mu\text{H}$ ) — резистор ( $75 \Omega$ ) и кондензатор ( $1 \text{ nF}$ ) — резистор ( $75 \Omega$ ) линиите са практически съгласувани за честота над  $100 \text{ kHz}$ , което е извън лентата на полезните сигнали, но се налага против самовъзбуждане на усилвателите (фиг. 2).

Поради превключването на атенюаторната кутия изходният импеданс се променя от  $29,7 \text{ k}\Omega$  при изпитание с постоянни напрежения на  $300 \Omega$  при променливи и шумови напрежения (фиг. 2). Това не оказва голямо влияние на сигнала, тъй като отрязъците кабели между атенюаторната кутия и сондите на прибора са сравнително къси, с еднаква дължина, а входният импеданс на прибора е  $R_{\text{вх}} = 10^{13} \Omega$ .

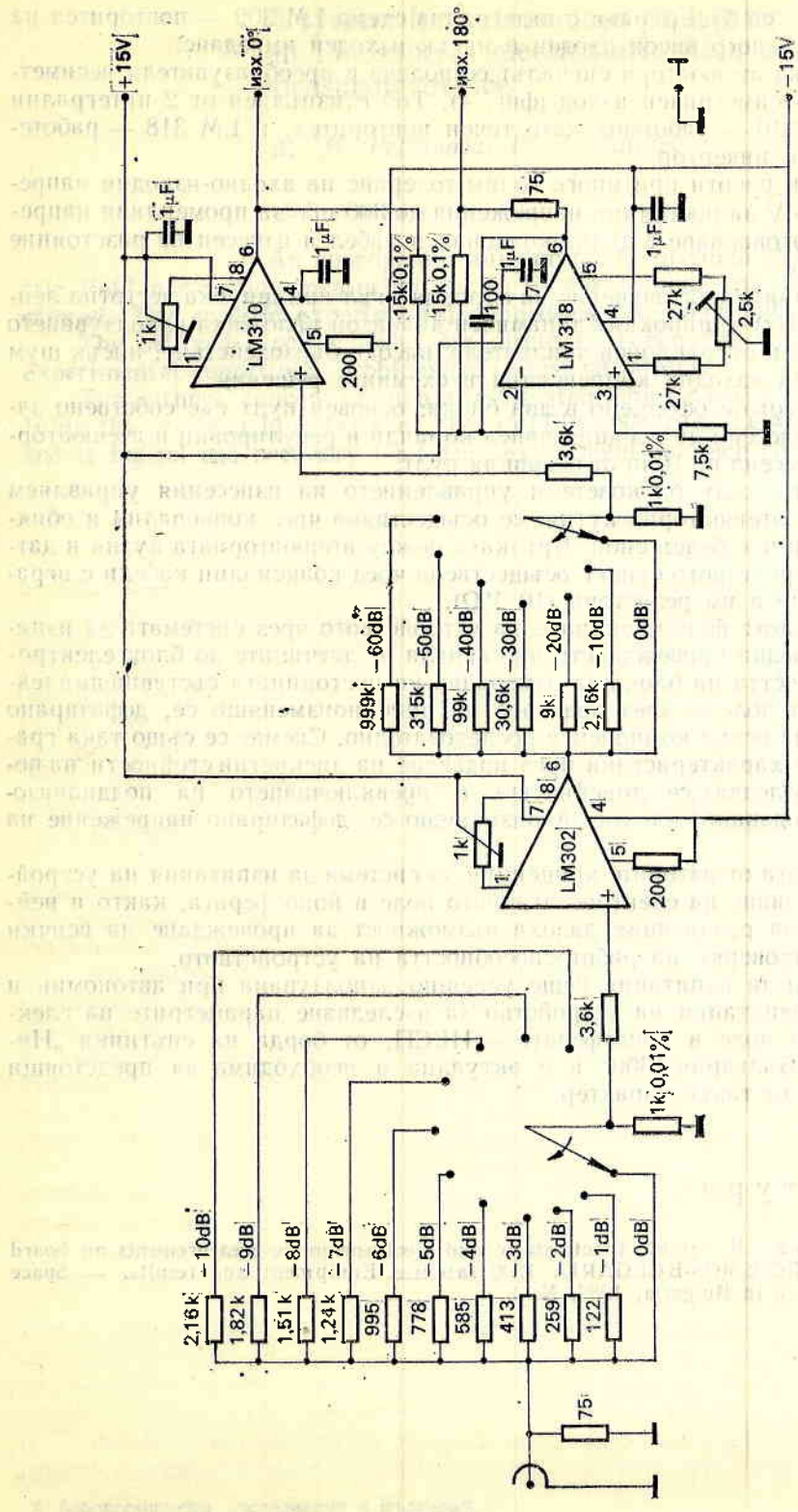
За изменение нивата на калибриращите напрежения се използват два атенюатора (А) от  $0$  до  $-10 \text{ dB}$  със стъпка  $1 \text{ dB}$  и от  $0$  до  $-60 \text{ dB}$  със стъпка  $10 \text{ dB}$  (фиг. 3). Чрез тях се осигурява промяна на сигналите в целия динамичен диапазон със стъпка  $1 \text{ dB}$ . За да се гарантира коефициентът на предаване на атенюаторите, поради това че техният входен и изходен импеданс



Фиг. 2. Електрическа схема на блок атенуаторна кутия, връзка с основен пулт КИА и съгласуване на кабелите



Фиг. 3. Свързване на КИА с прибор ИЕСП. Управление на фази и нива на сигналите



Фиг. 4. Блок основни атенюатора и дефазирале на сигналите в КИЛ