

МЕТОДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ИЗЛЪЧВАНИЯ С НИСЪК ИНТЕНЗИТЕТ В ДАЛЕЧНИЯ UV СПЕКТЪР НА МАГНИТОСФЕРАТА



ВЕСЕЛИН ТАШЕВ, ВЕНЕТА ГИНЕВА, АНГЕЛ МАНЕВ
ИКИТ – БАН, Филиал Стара Загора, ПК 103, 6000 България.



Резюме

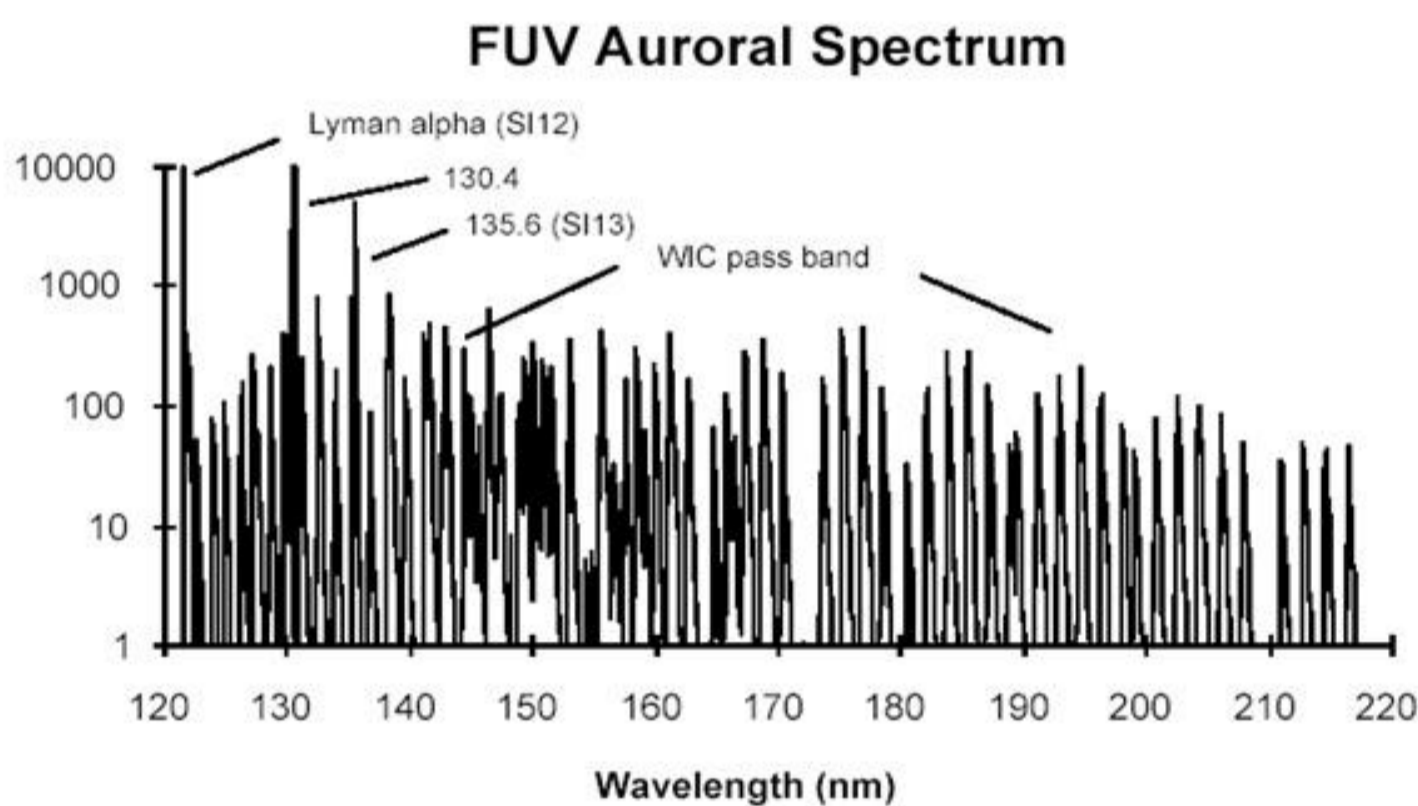
В горната част на атмосферата се наблюдават няколко ултравиолетови емисии. Най-важните са емисиите в UVC: $L\alpha$ при 121,6 nm и кислородните емисии OI 130,4 nm и 135,6 nm. Предлага се нов метод с използване на три независими канала за синхронно измерване на всяка от тези линии. Като сензор за измерване на такива слаби светлинни потоци се използва високоефективен фотоумножител (PMT) R10825. Методът за броене на фотони се прилага за усилване и обработка на много слаби светлинни сигнали. Интензитетът на светлината е пропорционален на измерения брой фотони.

Въведение

В горните слоеве на магнитосферата се наблюдават няколко ултравиолетови емисии. За по-задълбочен анализ на процесите, които протичат там е необходимо да се измерва едновременно интензитетът на няколко емисии. Използван е нов метод за измерване, който представлява система съдържаща три независими канала за синхронна регистрация на всяка една от спектралните линии. Измерването на $L\alpha$ емисията с дължина 121.6 nm, заедно с кислородните емисии OI 130.4 nm и OI 135.6 nm дава важна информация за протичащите физични и химични процеси във високата атмосфера на земята.

Спектрална характеристика на геокороната и общи изисквания за измерване.

На фиг. 1 е показана като пример моделиран ултравиолетов аврорален спектър на горните слоеве на атмосферата



Фигура 1. Аврорален спектър на геокороната.

Радиационният поток на $L\alpha$ емисията се състои от директна $L\alpha$ емисия, от слънчевия спектър както и от $L\alpha$ получена от резонансното разсейване от водородните атоми в атмосферата. Освен това значителен интерес предизвикват и излъчените от кислорода емисии на OI 130.4 nm и 135.6 nm. Едновременното наблюдение на трите емисии дава допълнителна информация за протичащите процеси в атмосферата, както и възможност за моделиране на пространствено изображение.

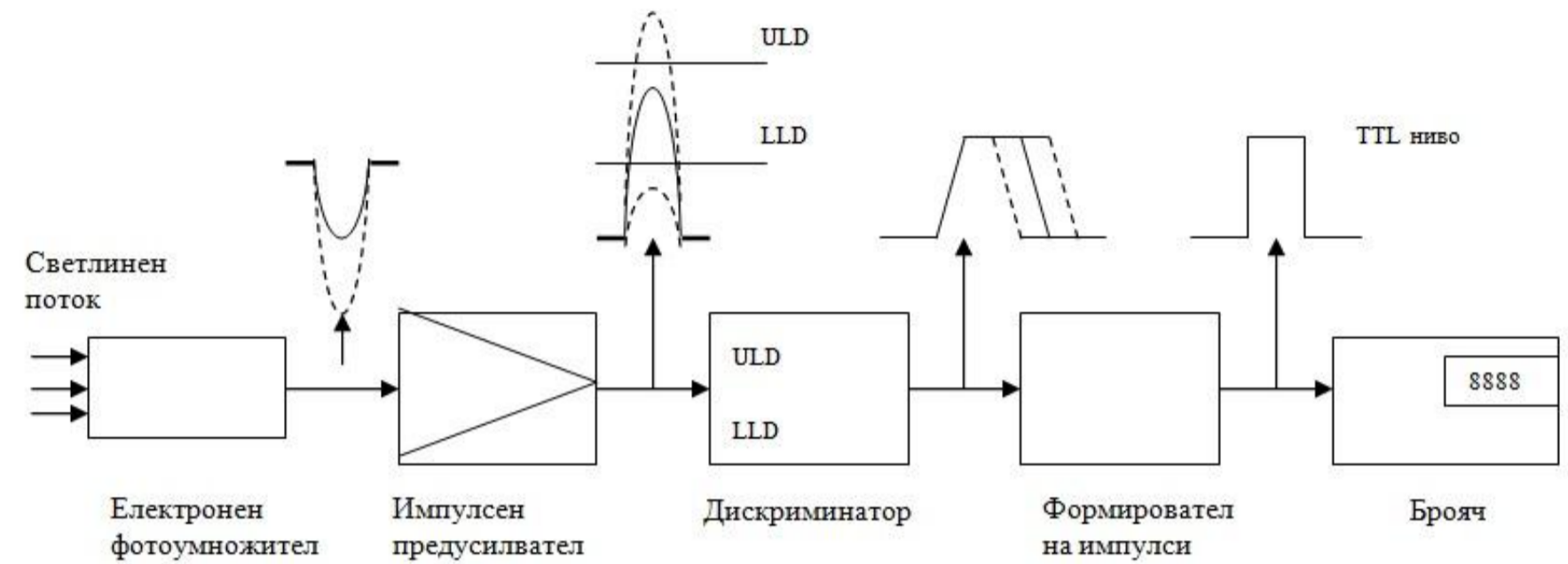
Метод за измерване на светлинни потоци с много нисък интензитет.

Уредът съдържа 3 електронни фотоумножителя (photomultiplier tube), които се използват като сензори за първично преобразуване на $L\alpha$ радиацията и емисиите OI 130.4 nm и 135.6 nm в електрически сигнал. Електронните фотоумножители (ФЕУ) са подбрани със спектрална чувствителност в диапазона 115 - 190 nm, която съответства на изброените по-горе спектрални емисии. На входа на всеки от електронните фотоумножители е поставен оптичен филтър за отделяне на съответните емисии.

Електронните фотоумножители се използват за да превърнат светлинния поток в електрически сигнал – ток или напрежение. Когато светлинният поток е много слаб и върху катода падат единични фотони, в изхода на ФЕУ се получават импулси отдалечени един от друг. Тогава падащото количество светлина е директно пропорционално на броя на импулсите получени в изхода на ФЕУ за единица време. Тази техника е известна като Метод на броене на фотони. [3]

Амплитудата в изхода на електронния фотоумножител в режим на броене на фотони е извънредно малка. Това изисква усилването на изходния импулс да стане със специален усилвател – импулсен, с голямо усилване и нисък собствен шум. На фиг. 2 е показана блок-схемата за измерване на светлинни потоци с използване метода на броене на импулси. В края на всеки блок на фиг. 2 са дадени сигналите, които се получават в изхода му. Усиления импулс след ФЕУ се подава на Дискриминатор. Дискриминаторът сравнява входния импулс с две опорни напрежения и ги разпределя на две групи. Едната група импулси е с по-ниска, а другата с по-висока амплитуда от опорните напрежения. Импулсите с по-ниски амплитуди се елиминират от по-ниското референтно

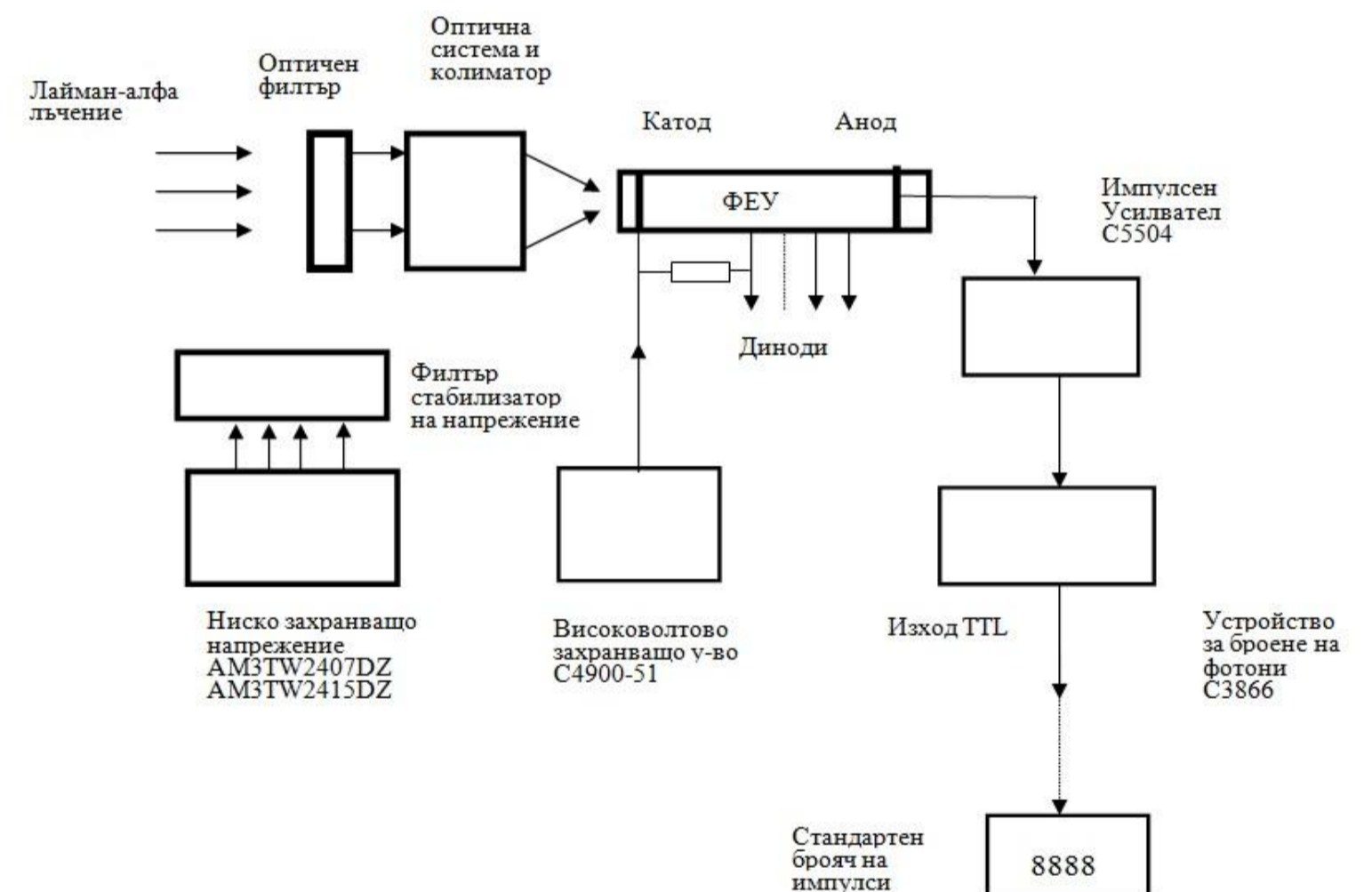
ниво на дискриминатора (LLD) и в повечето случаи импулсите с по-високи амплитуди се елиминират от по-високото референтно ниво на дискриминатора (ULD). Импулсите по-ниски от нивото (LLD) трябва да се отстранят, защото те са възникнали в резултат на шум. От компаратора намиращ се в изхода на Дискриминатора излизат импулси с ниво TTL. Тези импулси допълнително се преобразуват от Формиrowателя на импулси като правоъгълни за да бъдат правилно прочетени от брояча.



Фигура 2. Блок-схема за измерване на слаб светлинен поток по Метода броене на фотони.

Уред за измерване на светлинни потоци с много нисък интензитет.

Блок схемата за един канал на уреда е показана на фиг. 3.



Фигура 3. Блок схема на канала за измерване на лъчението $L\alpha$.

От спектъра в ултравиолетовата част на геокороната знаем, че на височина от около 100 km спектралната линия Lyman alpha е много тясна, а освен това, близо до нея има и други спектрални излъчвания с кореспондиращ интензитет. Поради тази причина Лайман-алфа лъчението влиза в колиматор през оптичен интерференционен филтър с лента на пропускане около 10 nm (FWHM) центрирана приблизително на 120 nm. Колиматора е направен от почернен алуминий със шестоъгълни клетки материал (порест) с дължина 2.54 cm и стъпка на клетката 1.53 mm, определяща почти цилиндрично зрително поле. След това Лайман-алфа лъчението се детектира с електронен фотоумножител (ФЕУ) и се усилва от предусилвател. Същата схема се използва и за другите 2 канала на 130.4 nm и 135.6 nm.

Извод

Съвременните технологии дават на разположение на дизайнерите все по-модерни електронни елементи с нови физически характеристики и нови принципи на работа, което улеснява до голяма степен решаването на трудните задачи в измерителния процес. По този начин става възможно едновременното измерване и на трите емисии, което дава допълнителна информация за протичащите процеси в магнитосферата.

Литература

- [1] Guineva V., Witt G., Gumbel J., Khaplanov M., Werner R., Hedin J., Neichev S., Kirov B., Bankov L., Gramatikov P., Tashev V., Popov M., Hauglund K., Hansen G., Iltstad J., Wold H., *Lyman-alpha Detector, Designed for Rocket Measurements of the Direct Solar Radiation at 121.5 nm*, International Symposium on Recent Observations and Simulations of the Sun-Earth System (ISROSES), Varna, Bulgaria, September 17-22, 2006, Abstracts, p.50
- [2] Thrane, E.V., B.Grandal, O.Hagen, F.Ugletveit, *Measurements of Lyman-alpha Extinction and Energetic Charged Particle Precipitation during the European Winter Anomaly Campaign 1975-76*, J.Geophys., v.44, pp.99-106, 1977
- [3] HAMAMATSU *Photon counting, using Photomultiplier Tubes*.
- [4] H. U. Nass, J. H. Zoenchen, G. Lay, H. J. Fahr, *The TWINS-LAD mission: Observations of terrestrial Lyman alpha - fluxes*, Inst. for Astrophysics and Space Research, University of Bonn, Received: 6 December 2005