

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ  
ՖԻԶԻԿԱՅԻ ՖԱԿՈՒԼՏԵՏ

ՄԻԶՈՒԿԱՅԻՆ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԱՄԲԻՈՆ

ԱՎԱՐՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ

ԹԵՄԱ՝

*Արագածի տիեզերական ճառագայթների հետազոտության  
կենտրոնի սարքերի կողմից գրանցված մասնիկների թվի աճերի  
ուսումնասիրությունը*

Ղեկավար՝  
Ռիսանոլ՝

Ա. Ա. Զիլինգարյան  
Բագրատ Մախլյան

ԵՐԵՎԱՆ  
2006

# Գլուխ 1.

## Ներածություն

Տիեզերական ճառագայթները հայտնագործվել են 1912թ. ավստրիացի գիտնական Վ.Հեսսի կողմից: Ուսումնասիրելով տիեզերական ճառագայթները՝ կարելի է օգտակար տեղեկություններ ստանալ մեծ էներգիայով մասնիկների և միջուկների փոխազդեցության մասին: Բացի այդ տիեզերական ճառագայթների հետազոտությունը կարևոր է աստղաֆիզիկայի տեսանկյունից: Տարբերում են մինչև մթնոլորտ մտնելը առաջնային և երկրորդային տիեզերական ճառագայթներ, որոնք առաջանում են

	Գալակտիկական տիեզերական ճառագայթներ	Արեգակնային տիեզերական ճառագայթներ
Հոսքը	$\sim 1 \text{ սմ}^{-2} \text{ վ}^{-1}$	Արեգակնային բռնկումների ժամանակ կարող է հասնել $\sim 10^6 \text{ սմ}^{-2} \text{ վ}^{-1}$
Բաղադրությունը	1. Միջուկային բաղադրիչ՝ $\sim 90\%$ պրոտոններ, $\sim 10\%$ հելիումի միջուկներ, $\sim 1\%$ ավելի ծանր միջուկներ 2. Էլեկտրոններ (միջուկների թվի $\sim 1\%$ ) 3. Պոզիտրոններ (էլեկտրոնների թվի $\sim 10\%$ ) 4. Անտիհադրոններ	1. P-35% 2. He-25% 3. O-15% 4. Si-15% 5. Fe-10%
Էներգիայի տիրույթը	$10^6 - 10^{21}$ էՎ	$10^5 - 10^{11}$ էՎ

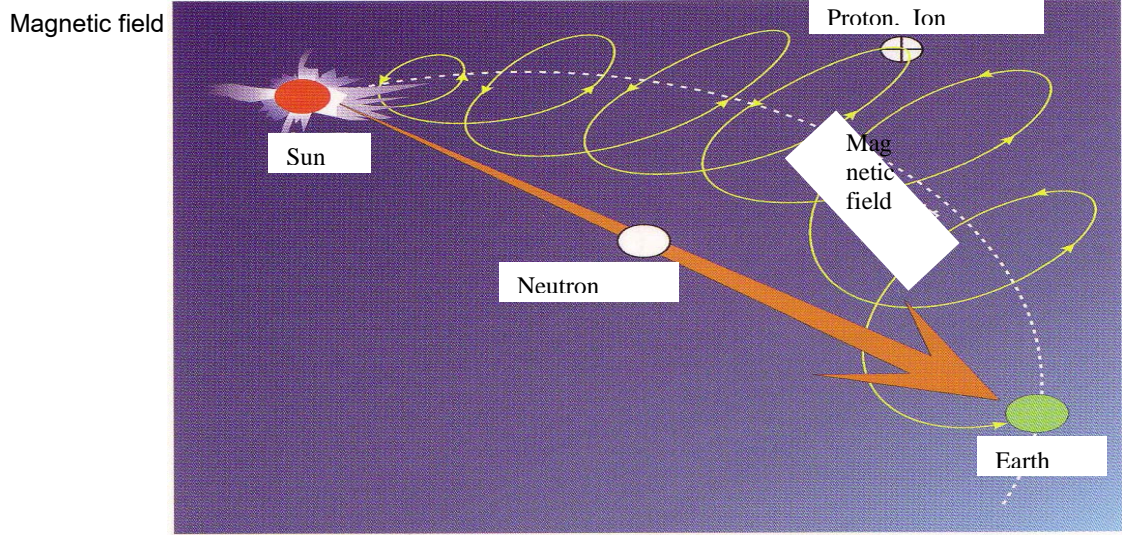
տիեզերական ճառագայթների Երկրի մթնոլորտի հետ փոխազդեցության

### Աղյուսակ 1. Տիեզերական ճառագայթների բաղադրությունը

արդյունքում: Աղյուսակում ներկայացված են առաջնային տիեզերական ճառագայթների հիմնական բաղադրիչները:

Տիեզերական ճառագայթների արագացման մեխանիզմները դեռ պարզ չեն: Գալակտիկական տիեզերական ճառագայթների հիմնական աղբյուրը համարվում են գերնոր աստղերի մնացորդները: Գալակտիկական տիեզերական ճառագայթները գրեթե իզոտրոպ են, ինչը չի կարելի ասել արեգակնային տիեզերական ճառագայթների մասին: Արեգակից եկող մասնիկների հոսքը հաճախ անվանում են արեգակնային քամի: Արեգակնային քամու արագությունը կազմում է մոտ 400 կմ/վ, սակայն բռնկումների ժամանակ արեգակից եկող մասնիկների արագությունը կարող է հասնել 1000

Կմ/վ:Արեգակնային քամին իր հետ «տանում» է արեգակի մագնիսական դաշտի ուժագծերը,որոնք արեգակի պտույտի հետևանքով ունեն Արքիմեդի սպիրալի տեսք: Նկարում ներկայացված է արեգակից եկող լիցքավորված մասնիկների հետագիծը:Արեգակից Երկիր կարող են հասնել նաև նեյտրոններ:Արեգակնային նեյտրոնների հետագիծը ուղիղ կլինի,քանի որ նրանք էլեկրաչեզոք են:



Նկար 1. Արեգակից եկող մասնիկների հետագիծը

Այն մասնիկները,որոնք կարողանում են հաղթահարել Երկրի մագնիսական դաշտի կողմից ստեղծված արգելքը,փոխազդելով մթնոլորտի հետ,առաջացնում են հեղեղներ(նեյտրոնների դեպքում այդպիսի արգելք չկա):Ընդ որում այդ արգելքը, կախված դիտման կետի աշխարհագրական դիրքից փոխվում է: Երևանի համար մագնիսական կոշտությունը 7.6ԳՎ է:Դա այն նվազագույն էներգիան է,որ պետք է ունենա առաջնային պրոտոնը Երկրի մագնիսական դաշտը հաղթահարելու և մթնոլորտի հետ փոխազդելու համար:

Առաջնային պրոտոնը առաջացնում է  $\pi$ -մեզոններ և նուկլոններ(նկար 2): Այդ փոխազդեցության արդյունքում ծնված մասնիկները գրանցվում են Երկրի մակերևույթին տեղակայված սարքերի միջոցով:  $\pi^0$ -մեզոնները  $10^{-16}$  վ-ում տրոհվում են

$$\pi^0 \rightarrow 2\gamma$$

Իսկ  $\pi^\pm$  մեզոնները  $10^{-8}$  վ տրոհվում են հետևյալ սխեմայով՝

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \tilde{\nu}_\mu$$

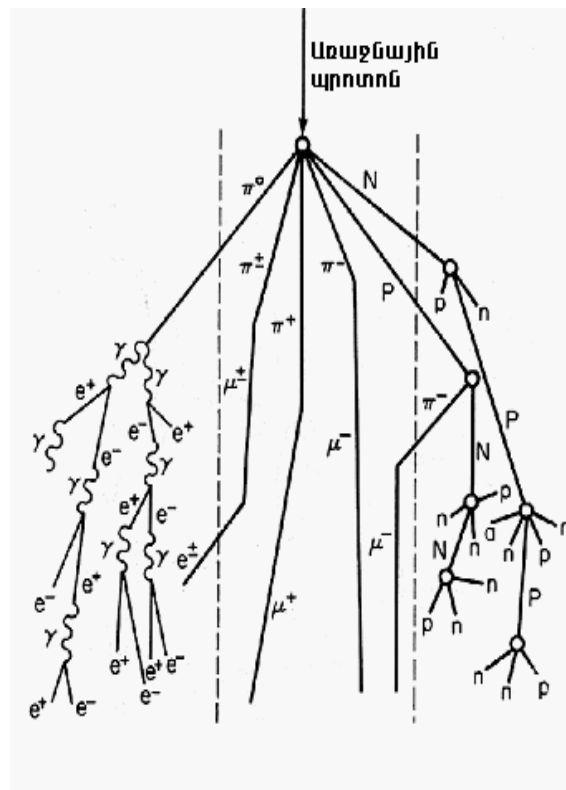
$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu_\mu$$

Մյուսոններն էլ իրենց հերթին  $10^{-6}$ -ում կարող են տրոհվել՝

$$\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \tilde{\nu}_\mu$$

$$\mu^- \rightarrow e^- + \tilde{\nu}_e + \nu_\mu$$

Արդյունքում երկրորդային մասնիկների հաղորոնային բաղադրիչը գրեթե չի հասնում Երկրի մակերևույթին՝ փոխակերպվելով մյուսոնների, նեյտրինոների և ֆոտոնների:

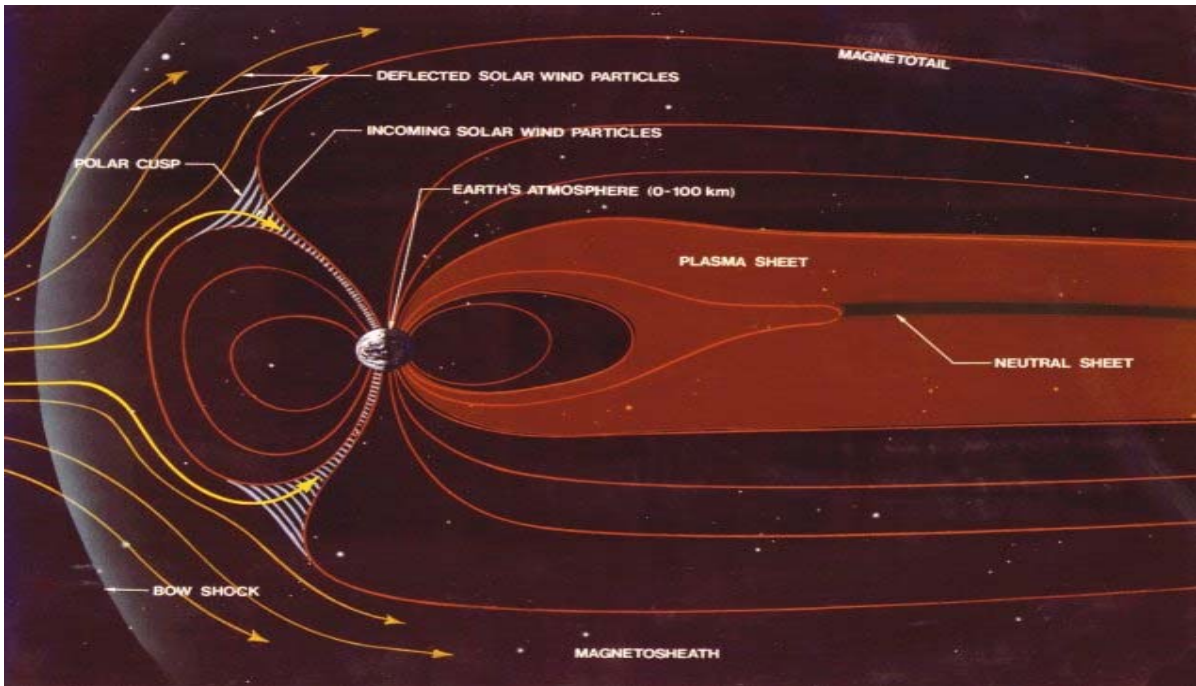


Նկար 2. Հեղեղների առաջացումը մթնոլորտում

### Երկրի մագնիսական դաշտը

Մեր մոլորակի մագնիսական դաշտը պայմանավորված է Երկրի ընդերքում գտնվող հեղուկ երկաթի շարժումներով: Երկրի իր առանցքի շուրջը պտույտի հետևանքով

Երկաթի իոնները պտտվում են և առաջանում են մեծ հոսանքներ: Այդ հոսանքներն էլ հենց ստեղծում են Երկրի մագնիսական դաշտը, որի ուժագծերը դուրս են գալիս հյուսիսային բևեռից և մտնում են հարավային բևեռ: Բևեռների մոտ այն հասնում է ~65000 nT, իսկ հասարակածում մոտ 25000 nT-ի: Աշխարհագրական բևեռներից դրանք շեղված են մոտ 10°-ով Դեպի արեգակ ընկած կողմում մագնիսական դաշտի սահմանները հասնում են մոտ 10R<sub>Ե</sub>, իսկ հակառակ կողմում այն ձգվում է մինչև մի քանի հարյուր R<sub>Ե</sub> (R<sub>Ե</sub> ≈ 6370 կմ): Երկրի մագնիսական դաշտի փոփոխությունները բնութագրող տարբեր ինդեքսներ կան: Դրանցից է Dst-ինդեքսը: Այն միջին և հասարակածային աշխարհագրական լայնություններում չափված Երկրի մագնիսական դաշտի միջին արժեքն է: Dst-ինդեքսը ընդունում է բացասական արժեքներ: Որքան ավելի ուժգին է գեոմագնիսական փոթորիկը, այնքան ավելի փոքր արժեք է ընդունում



Նկար 3. Երկրի մագնիսական դաշտը

### Տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվության փոփոխությունները

Երկրի մակերևույթին տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվությունը ժամանակի ընթացքում փոփոխություններ է կրում : Այդ փոփոխությունները տարբեր բնույթի են՝

Երկրային և արտաերկրային: Երկրային փոփոխությունները տեղի են ունենում հետևյալ պատճառներով՝

1)Երկրի մթնոլորտում տեղի ունեցող փոփոխությունների հետևանքով՝ ճնշման փոփոխություն, ջերմաստիճանի փոփոխություն և այլն:

3)Երկրի մագնիսական դաշտի փոփոխություններ:

Արտաերկրային փոփոխությունները իրենց հերթին բաժանվում են մի քանի խմբերի:

1)Արեգակի 11-ամյա ցիկլի հետ կապված փոփոխություններ:

2)Արեգակի իր առանցքի շուրջ պտույտով պայմանավորված երևույթներ, որոնք հետևանք են արեգակնային քամու անիզոտրոպության:

3)Արեգակնային ակտիվության հետ կապված երևույթներ: Դրանցից են՝ գեոմագնիսական փոթորիկները, Ֆորբուշի երևույթը:

4)Մեծ էներգիայով մասնիկների առաջացում արեգակի գունդոլորտում տեղի ունեցող բռնկումների հետևանքով:

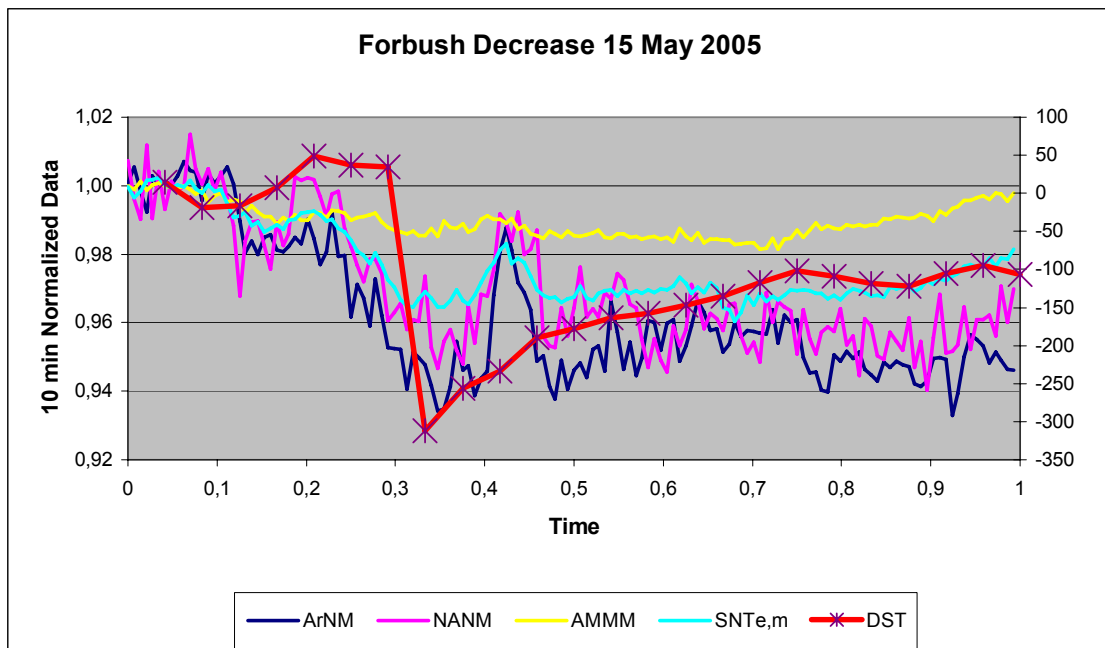
5)Արտաարեգակնային փոփոխություններ, որոնք կարող են տեղի ունենալ օրինակ՝ գերնոր աստղերի պայթյունների ժամանակ:

Այս փոփոխությունների արդյունքում ունենում ենք Երկրի մակերևույթին գտնվող երկրորդային մյուոններ և նեյտրոններ գրանցող սարքերի հաշվի արագության փոփոխություններ:

Երկրի մթնոլորտում տեղի ունեցող փոփոխությունները կազմում են մյուոնային բաղադրիչի դեպքում 0.1-0.2%, իսկ նեյտրոնային բաղադրիչի դեպքում դրանք ավելի քիչ են: Այդ փոփոխությունները կարելի է հաշվի չառնել՝ կիրառելով ճնշման ուղղումներ:

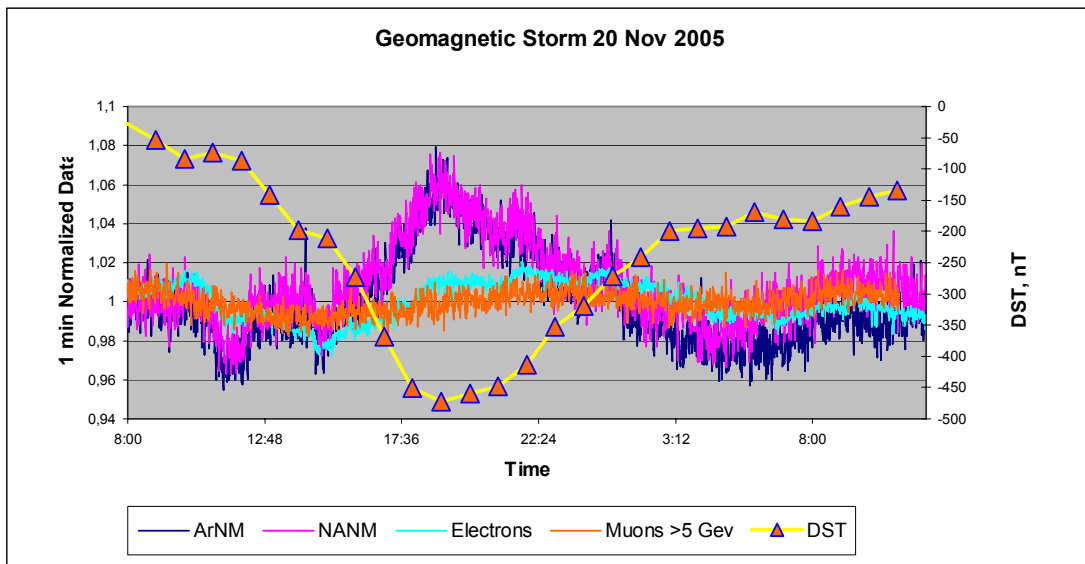
Ֆորբուշի երևույթի և գեոմագնիսական փոթորիկների պատճառը հետևյալն է: Արեգակնային ակտիվության հետևանքով մեծ քանակությամբ պլազմա է արտանետվում միջմոլարակային տարածություն: Այդ պլազմայի ամպը կարող է հասնել Երկիր և իր «սառեցված» մագնիսական դաշտով վերադարձել Երկրի մագնիսական դաշտին: Եթե արդյունաբար դաշտը ուժեղ է գեոմագնիսական դաշտից, ապա դիտվում է տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվության նվազում՝ Ֆորբուշի\* երևույթ: Դա կարելի է պատկերացնել նաև այսպես. պլազմայի ամպը փակում է ցածր էներգիաներով (մինչև 100 GeV) գալակտիկական տիանեզերական ճառագայթների ճանապարհը: Այս դեպքում Երկրի մակերևույթին տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվությունը կարող է մինչև 30%-ով իջնել նեյտրոնային բաղադրիչի համար: Իսկ մյուոնային բաղադրիչի

համար մինչև 10%-ով: Նկար 4-ում ներկայացված են Արագածի տիեզերական ճառագայթների հետազոտության կենտրոնի սարքերի կողմից 2005թ. մայիսի 15-ին գրանցված ֆորբուշի նվազումը:



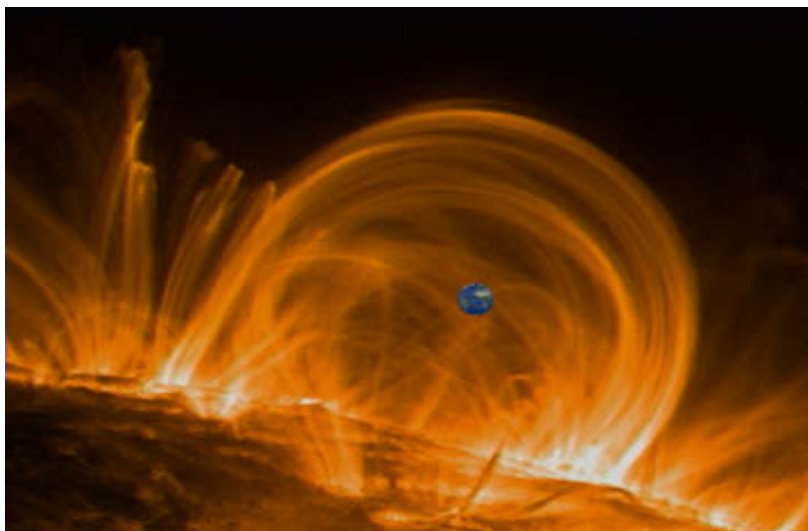
Նկար 4.

Գեոմագնիսական փոթորիկ կարող է դիտվել այն դեպքում, եթե պլազմայի ամպի բերած մագնիսական դաշտը այնպես է վերադրվում գեոմագնիսական դաշտին, որ արդյունաբար դաշտը ավելի փոքր է լինում, քան Երկրի մագնիսական դաշտը: Այսինքն ավելի շատ ցածր էներգիաներով մասնիկներ կարող են փոխազդել մթնոլորտի հետ և գրանցվել Երկրի մակերևույթին: Նույնն է, որ ասենք տվյալ աշխարհագրական դիրքին համապատասխանող մագնիսական կոշտությունը նվազում է:



Նկար 5.

Նկար 5-ում պատկերված է 20.11.2003 գեոմագնիսական փոթորիկը:



Գեոմագնիսական փոթորիկների ուժգնությունը կախված է «սառեցված» մագնիսական դաշտի մեծությունից և մագնիսական ամպերի տարածական բաշխվածությունից: Երկրի մագնիսական դաշտի, արեգակնային քամու և տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվության փոփոխությունները փոխկապակցված են, քանի որ դրանք բոլորը պայմանավորված են արեգակի վրա տեղի ունեցող միևնույն երևույթներով:

Այս աշխատանքի հիմնական նպատակն է՝ ուսումնասիրել արեգակնային բռնկումների ժամանակ առաջացած մեծ էներգիաներով (>1 Gev) մասնիկների հոսքերով պայմանավորված տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվության աճերը: Այդպիսի

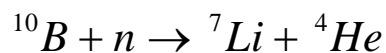
աճերը ընդունված է անվանել GLE(*ground level enhancement*): GLE-ները միջին աշխարհագրական լայնություններում ,մեծ մագնիսական կոշտության պատճառով ,շատ փոքր են (<1%) և հազվադեպ են`մի քանի տարին մեկ:

## Գլուխ 2.

### Արագածի տիեզերական ճառագայթների հետազոտության կենտրոնի սարքերը

#### 1)Նեյտրոնային մոնիտոր

Նեյտրոնները գրանցվում են համեմատական հաշվիչների օգնությամբ,որոնք լցված են  $B^{10}$  –իզոտոպով հարստացված  $BF_3$  -ով :Նեյտրոնները կլանվում են  $B^{10}$  –ի կողմից ,ինչի արդյունքում տեղի է ունենում հետևյալ ռեակցիան`



Անջատվում է մոտ 2.5 ՄէՎ էներգիա ,որից 1.6 ՄէՎ-ը բաժին է ընկնում ալֆա մասնիկին,իսկ 0.9 ՄէՎ-ը`լիթիումի միջուկին:  $BF_3$  –ի ատոմները իոնանում են և առաջանում է էլեկտրական իմպուլս: Որպեսզի նեյտրոնները լավ կլանվեն հաշվիչը շրջապատվում է դանդաղացուցիչով:Նեյտրոնային մոնիտորում օգտագործվում են 2սմ հաստությամբ պոլիէթիլենե խողովակներ:

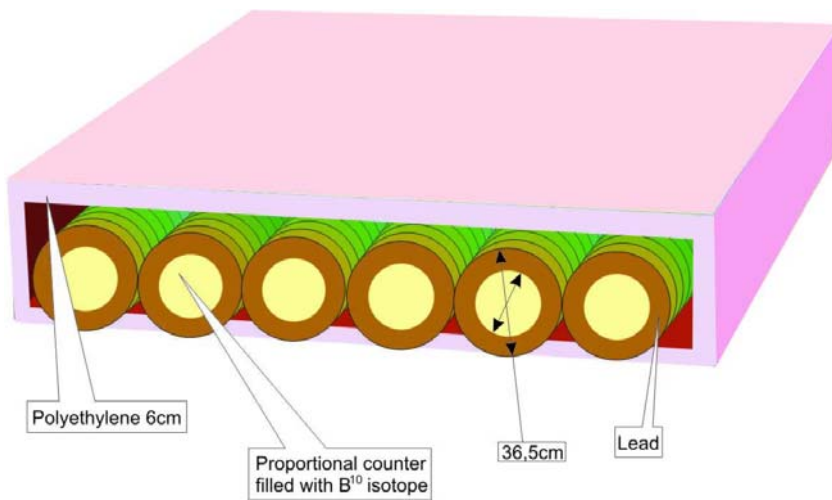
Նեյտրոնային մոնիտորում օգտագործվում է նեյտրոնների լոկալ գեներացիայի եղանակը[1]:Այն կայանում է նրանում,որ հաշվիչը շրջապատվում է մեծ կարգաթիվ ունեցող նյութով`կապարով:Եվ հաշվիչում գրանցվում են կապարում միջուկային ռեակցիաների ժամանակ առաջացած նեյտրոնները:Այս ձևով հնարավոր է լինում հաշվի չառնել մթնոլորտում և շրջապատող առարկաներում առաջացած և դանդաղած նեյտրոնները:Բացի այդ մասնիկների հաշվի արագությունը զգալիորեն

կավելանա:Նեյտրոնների երկրորդային գեներացիան օգտագործող դետեկտորները անվանում են նեյտրոնային մոնիտոր:

Տեսակը	18NM-64	18NM-64
Տեղակայման վայրը	Արագած	Նոր-Ամբերդ
Բարձրությունը	3200m	2000m
Միջին մթնոլորտային ճնշումը	700 mB	800 mB
Աշխարհագրական կոորդինատներ	4030'N, 4410'E	4030'N, 4410'E
Մագնիսական կոշտություն	7.6 GV	7.6 GV
Մակերեսը	18mԱ	18mԱ
Հարաբերական սխալը 1ր.տվյալների համար	0.4%	1.0%
Շենք	50MeV	50MeV

Աղյուսակ 3. Արագածի և Նոր Ամբերդի նեյտրոնային մոնիտորների բնութագրերը

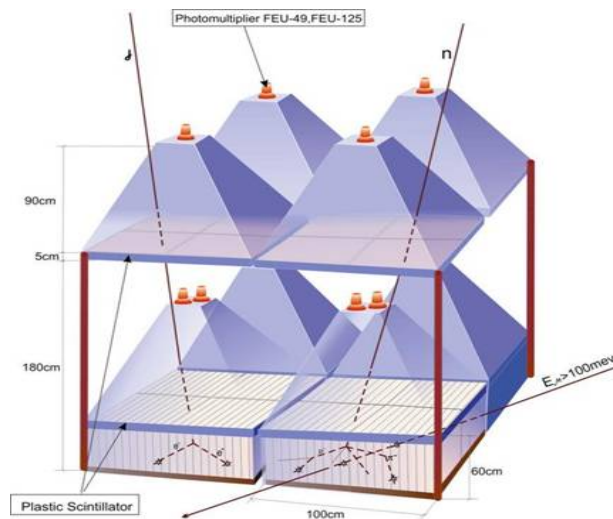
Արագածի և Նոր Ամբերդի նեյտրոնային մոնիտորների բնութագրերը ներկայացված են աղյուսակում: Մթնոլորտում և շրջապատող առարկաներում առաջացած և դանդաղած նեյտրոնների հոսքը փոքրացնելու համար սարքը շրջապատված է 8սմ հաստությամբ պոլիէթիլենի շերտով: Կապարե խողովակները, որոնցում տեղի է ունենում նեյտրոնների լուկալ գեներացիան ունեն 5 սմ հաստություն: Նկարում պատկերված է Արագածի նեյտրոնային մոնիտորի արտաքին տեսքը:



Նկար 6. Արագածի նեյտրոնային մոնիտոր

## 2) Արեգակնային նեյտրոնների դիտակ(ԱՆԴ)

Այն կազմված է յուրաքանչյուրը  $1\text{մ}^2$  մակերեսով չորս սցինտիլատորներից 60սմ հաստությամբ: Նրանց վերևում գտնվում են համանման չորս սցինտիլատորներ, բայց արդեն 5 սմ հաստությամբ: Դրանք նախատեսված են ցածր էներգիայով՝ հակա  $>10\text{ՄէՎ}$  լիցքավորված մասնիկներ գրանցելու համար: Արեգակնային նեյտրոնների դիտակի օգնությամբ հնարավոր է նաև գնահատել նեյտրոնների էներգիան: ԱՆԴ -ը ունի էներգիայի չորս շեմ՝ 120, 190, 290, 490 ՄէՎ: Վերևում և ներքևում գտնվող սցինտիլատորները միացված են հակահամընկման սխեմայով, որպեսզի լիցքավորված մասնիկները ուղղաձիգին մոտ ուղղությամբ չգրանցվեն:



Նկար 7. Արեգակնային նեյտրոնների դիտակ

## 3) Արագածի բազմուղղված մյուոնային մոնիտոր(ԱԲՄՄ)

Արագածի բազմուղղված մյուոնային մոնիտորը բաղկացած է  $15\text{մ}^2$  ընդհանուր մակերեսով սցինտիլացիոն դետեկտորներից, որոնցից 24մ ներքև գտնվում են 45 սցինտիլացիոն դետեկտորներ՝ յուրաքանչյուրը  $1\text{մ}^2$  մակերեսով: Համընկման սխեմայի օգնությամբ կարող ենք դիտել մասնիկների ինտենսիվության փոփոխությունները

տարբեր ուղղություններից կախված:Ղետեկտորների ներքևի մասը բարձր էներգիաների

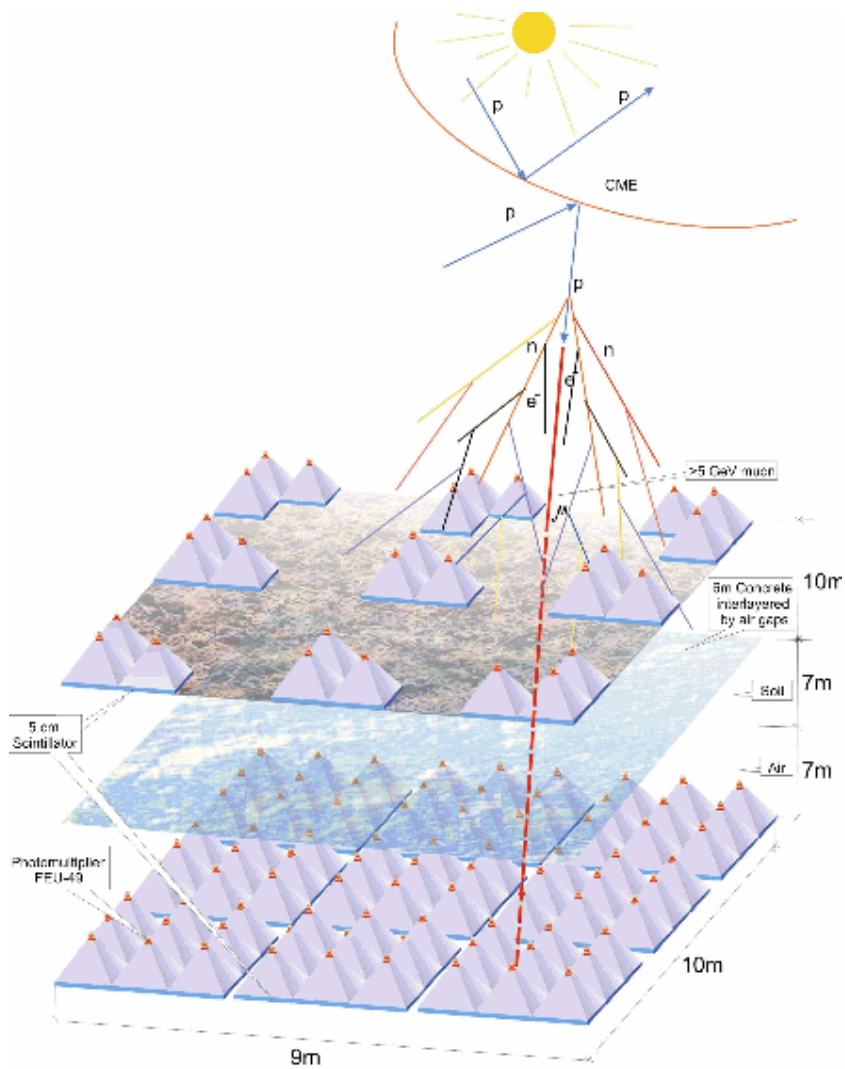
մյուսնային մոնիտոր է,որի էներգիայի շեմը 5 ՊէՎ է:

Ցածր էներգիաներով լիցքավորված մասնիկների,նեյտրոնների և բարձր էներգիաներով մյուսների գրանցումը թույլ կտա հետազոտել արեգակնային տարբեր պատահարներ և դրանք ըստ նրանց ֆիզիկական բնույթի և ուժգնության[2]:

Characteristics	
Տեսակը	սցինտիլատոր
Տեղակայման վայրը	Արագած
Բարձրությունը	3200m
Միջին մթնոլորտային ճնշումը	700 mB
Աշխարհագրական կոորդինատներ	4030'N, 4410'E
Մագնիսական կոշտություն	7.6 GV
Մակերեսը	45mԱ ρ ; 15mԱ e&ρ
Հարաբերական սխալը 1ր.տվյալների համար	0.2% ρ ; 0.2% e&ρ
Շեմը	ρ = 5GeV; ρ&e = 10MeV

Աղյուսակ 4.ԱԲՄՄ-ի բնութագրերը

Աղյուսակ 4-ում ներկայացված են ԱԲՄՄ-ի բնութագրերը:Իսկ նկար 8-ում պատկերված է ԱԲՄՄ-ի տեսքը: Այժմ 90մ<sup>2</sup> ընդհանուր մակերեսով սցինտիլացիոն դետեկտորներից աշխատում է 45 մ<sup>2</sup>-ին:Սակայն շուտով կգործարկվի դետեկտորների մնացած մասը:



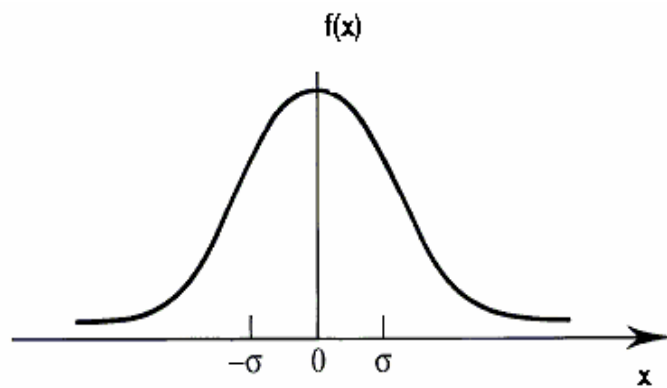
Նկար 8. Արագածի բազմուղղված մյուլոնային մոնիտորի տեսքը

## Գլուխ 2.

### Ստանդարտ նորմալ բաշխում

Երկրորդային տիեզերական ճառագայթների գրանցելով մենք ստանում ենք ժամանակային շարքեր: Մեզ հետաքրքրող ժամանակահատված կառուցենք հիստոգրամ: Եթե գրանցվող մասնիկների թվի տատանումը պայմանավորված է գրանցող սարքի պատահական ֆլուկտուացիաներով, ապա երբ գրանցումների թիվը  $N \rightarrow \infty$  և յուրաքանչյուր բինի չափսը  $b \rightarrow 0$ , ապա հիստոգրամը կձգտի մի սահուն կորի: Այն որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$



Նկար 9. Գաուսի բաշխման տեսքը

Այս բաշխումը կոչվում է նորմալ կամ գաուսյան բաշխում: Նորմալ բաշխումը բնութագրվում է միջին թվաբանականով՝  $\mu$  և միջին քառակուսային քառակուսային շեղումով՝  $\sigma$  :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N - 1}}$$

Սովորաբար ավելի հարմար է աշխատել ստանդարտ նորմալ բաշխման հետ՝  $\sigma = 1$ ,  $\mu = 0$ : Այդ դեպքում կարող ենք գրել՝

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{1}{2}\right)x^2}$$

, որտեղ  $-\infty < x < +\infty$ :

Հավանականությունը այն բանի, որ կգրանցվի արժեք  $x_1$ -ից  $x_2$  տիրույթում կորոշվի հետևյալ բանաձևով՝

$$P(x_1 < x < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$$

Իսկ որևէ  $x_0$  արժեքից մեծ արժեք ընդունելու հավանականությունը կարելի է հաշվել այս բանաձևի օգնությամբ՝

$$P(x > x_0) = \int_{x_0}^{\infty} f(x) dx \quad :$$

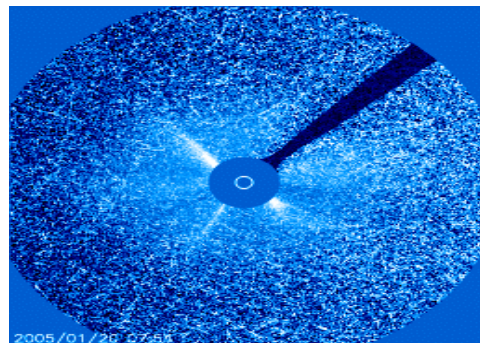
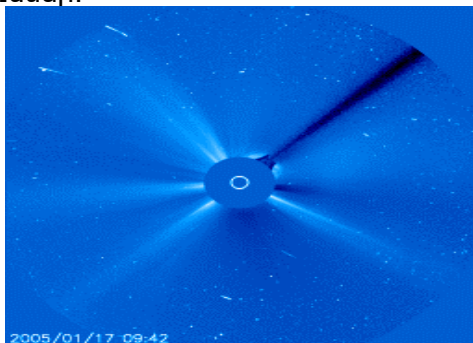
## Արագածի տիեզերական ճառագայթների հետազոտության կենտրոնի դետեկտորների կողմից գրանցված 20.01.2005 GLE-ն

2005թ. հունվարի 20-ին ժամը 7:02-7:05 UT Արագածի բազմուղղված մյուոնային մոնիտորը (AMMM) գրանցել է մեծ էներգիայով՝  $> 5 \text{ GeV}$ , երկրորդային մյուոնների ինտենսիվության աճ: Մինչև այդ արեգակի վրա նկատվել է որոշակի ակտիվություն:



Նկար 10. Արևաբծերի առաջացումը արեգակի վրա

Դրա մասին են վկայում առաջացած արևաբծերը: Բացի այդ դիտվել են մի շարք բռնկումներ:



Նկար 11. 2005թ. հունվարի 17-ին և 20-ին տեղի ունեցած արեգակնային բռնկումները

5ԳէՎ-ից մեծ էներգիայով մյուսներին համապատասխանող առաջնային արեգակնային պրոտոնի էներգիան պետք է լինի է ավելի քան 20ԳէՎ: AMMM-ի 45 սցինտիլատորներից 3-ը այդ ժամանակ չեն աշխատել: Մնացած 42 սցինտիլատորների 6:30-ից 7:35-ը( 7:02-ից 7:05 պիկային տիրույթը պետք է բացառել) ընկած ժամանակահատվածում գրանցած մասնիկների միջին թիվը կազմել է 123818 մեկ րոպեում: Լրացուցիչ հոսքը 7:03-ին կազմել է 863 մասնիկ(0.7%): Հաշվի առնելով, որ միջին քառակուսային շեղումը մեկ րոպեանոց տվյալների համար  $\sigma = 352(0.29\%)$

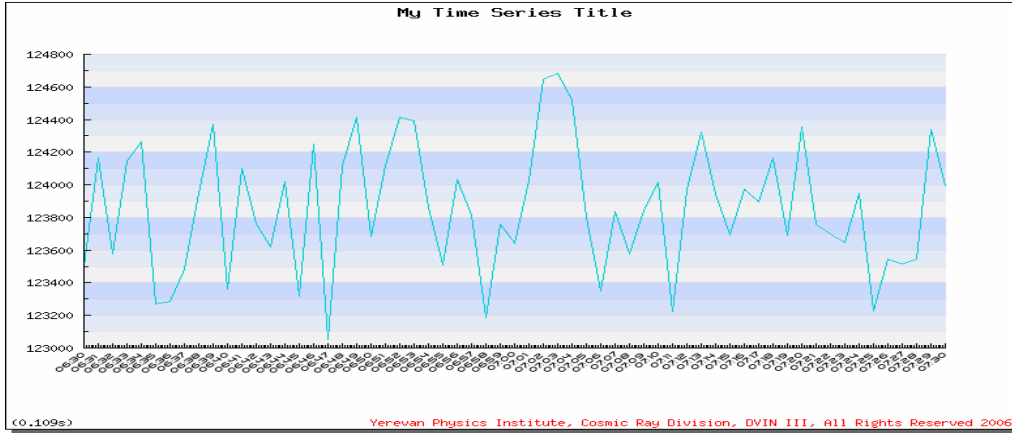
է, 7:03-ի

պիկի

համար

կստանանք

2.5σ արժեք:

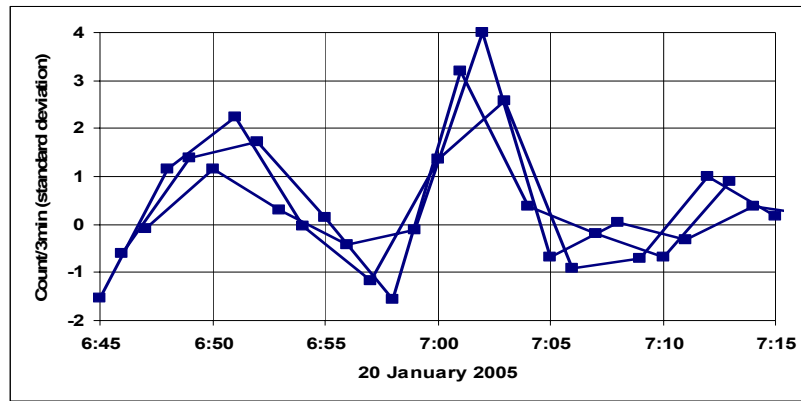


Նկար 12. Արագածի բազմադրված մյուոնային մոնիտորի գրանցած >5ՉէՎ մյուոնները

Դժվար է ասել սա GLE է, թե պատահական ֆլուկտուացիա: Հավանականությունը, որ արտաքին ազդանշան մասնիկների լրացուցիչ հոսք չկա, կլինի

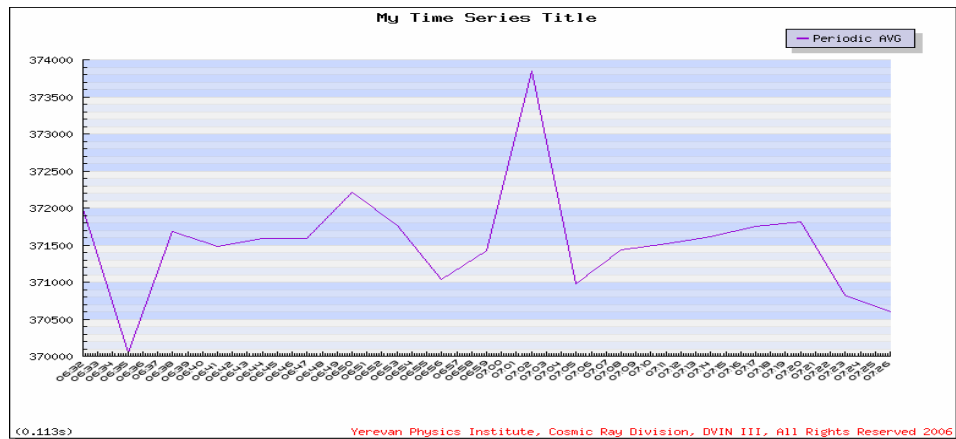
$$P(x > x_0) = \int_{x_0}^{\infty} f(x) dx, \text{ որտեղ } x_0 = 2.5 :$$

Կարելի է փոքրացնել այս հավանականությունը օգտագործելով ոչ թե մեկ այլ երեք թուպեանոց տվյալներ: Այսինքն պետք է իրար գումարել նախ առաջին երեք թուպեների տվյալները, հետո հաջորդ երեք թուպեների և այդպես շարունակ: Սակայն կարող ենք այդ խմբավորումը կատարել սկսած առաջին, երկրորդ կամ երրորդ թուպեից: Դրանցից պետք է ընտրել այն ժամանակային շարքը, որի պիկը ամենամեծն է: Դա կլինի այն դեպքում, եթե 7:02-ից 7:05 թուպեների տվյալները ընդգրկվեն մեկ խմբի մեջ (նկար 8):



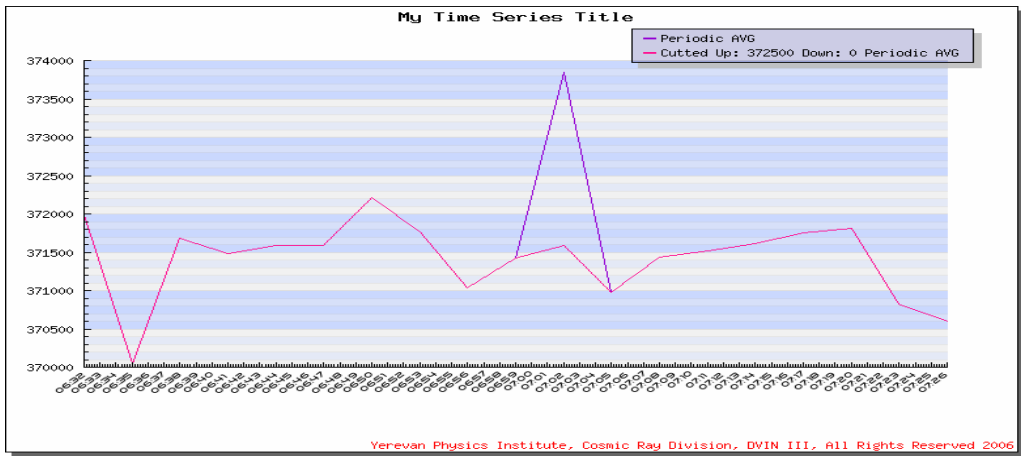
Նկար 13. ԱԲՄՄ-ի երեք թույլեանոց ժամանակային շարքեր տարբեր սկզբնապահերով

Այսպիսով ԱԲՄՄ-ի համար կստանանք 3-թույլեանոց ժամանակային շարքը, որը պատկերված է նկար 9-ում՝



Նկար 14. ԱԲՄՄ-ի գրանցած GLE-ն, երեք թույլեանոց տվյալներ

Այժմ պիկի մեծությունը կարող ենք արտահայտել  $\sigma$  -ներով: Պետք է հաշվել միջին թվաբանականը՝  $\bar{X}$  և միջին քառակուսային շեղումը, բայց առանց պիկի կետի տիրույթում



Նկար 15. Պիկի կետի արտաքսումը

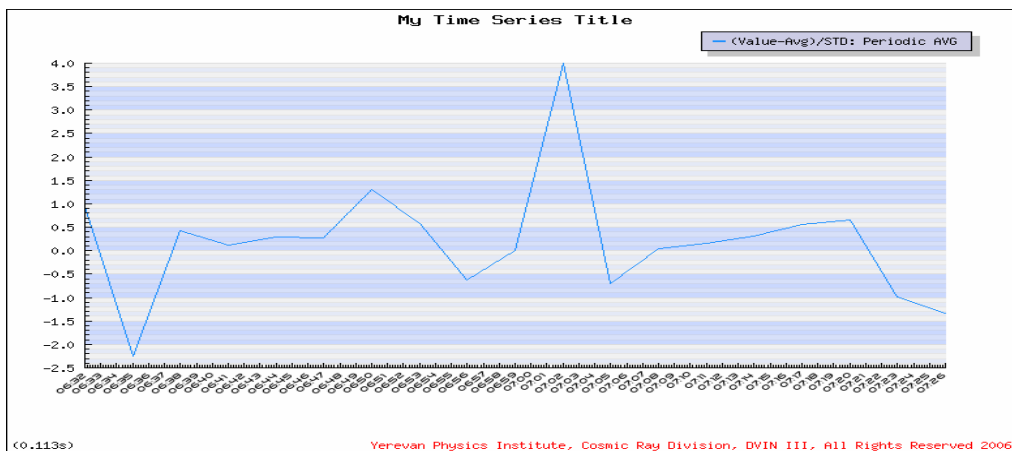
Միջին քառակուսային շեղման համար, եթե գրանցված մասնիկների թիվը շատ մեծ է կարող ենք գրել՝  $\sigma = \sqrt{X}$  և ստացվում է՝

$$\sigma = \sqrt{X} \approx 609$$

Իսկ հարաբերական սխալը կլինի՝

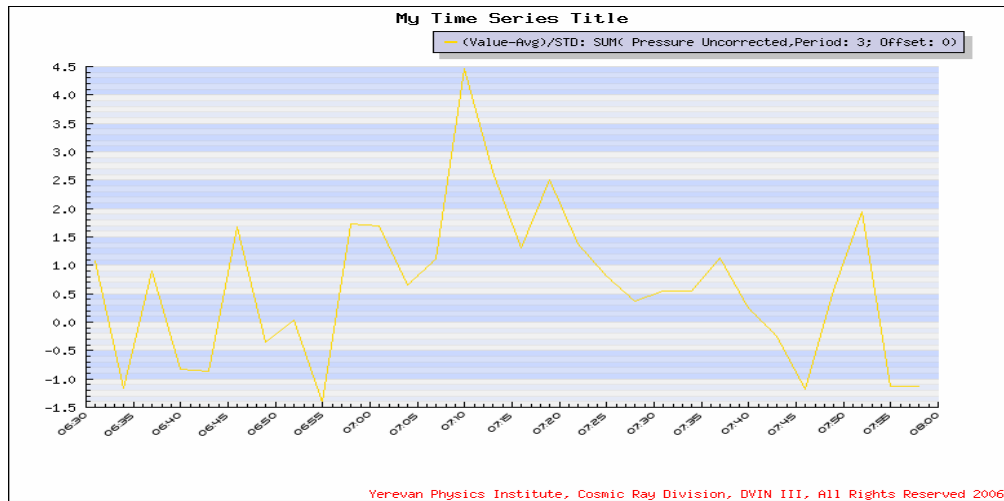
$$\sigma_p = 1/\sqrt{X} \approx 0.00164$$

Վերջապես երեք թույլեանոց տվյալների դեպքում պիկի համար ստանում ենք  $4\sigma$  արժեքը, մեկ թույլեանոցի  $2.5\sigma$ -ի փոխարեն: Նշանակում է ավելի հավաստի կերպով կարող ենք ասել, որ գրանցվածը իսկապես մասնիկների թվի աճ է:



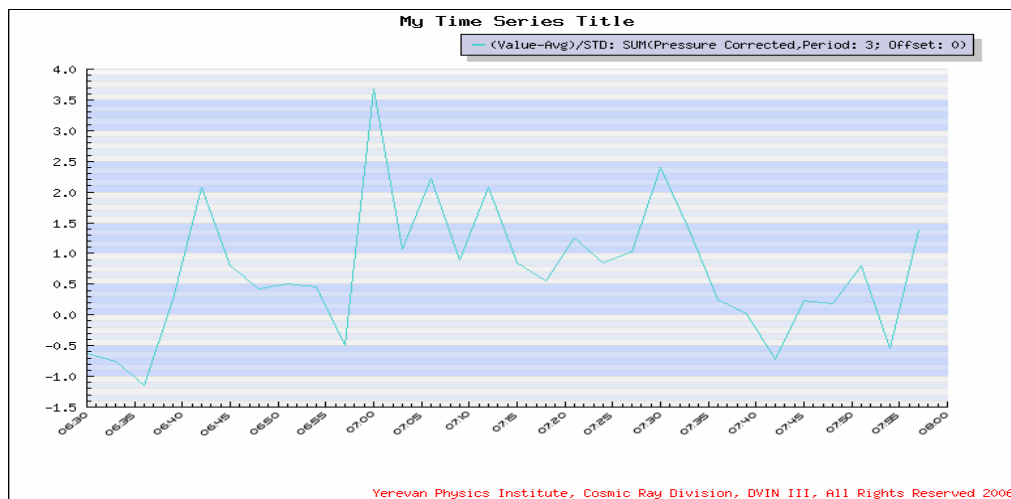
Նկար 16. Երեք թույլեանոց տվյալները արտահայտված  $\sigma$ -ներով

Տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվության աճեր են գրանցել նաև Արագածի տիեզերական ճառագայթների հետազոտության կենտրոնի մյուս դետեկտորները: Արագածի նեյտրոնային մոնիտորը ,որը գրանցում է  $>7.6-10\text{Qէվ}$  էներգիայով առաջնային պրոտոնին համապատասխանող երկրորդային նեյտրոններ, գրանցել է  $4.5\sigma$  մեծությամբ պիկ:



Նկար 17. Արագածի նեյտրոնային մոնիտորի 3-րոպեանոց տվյալները

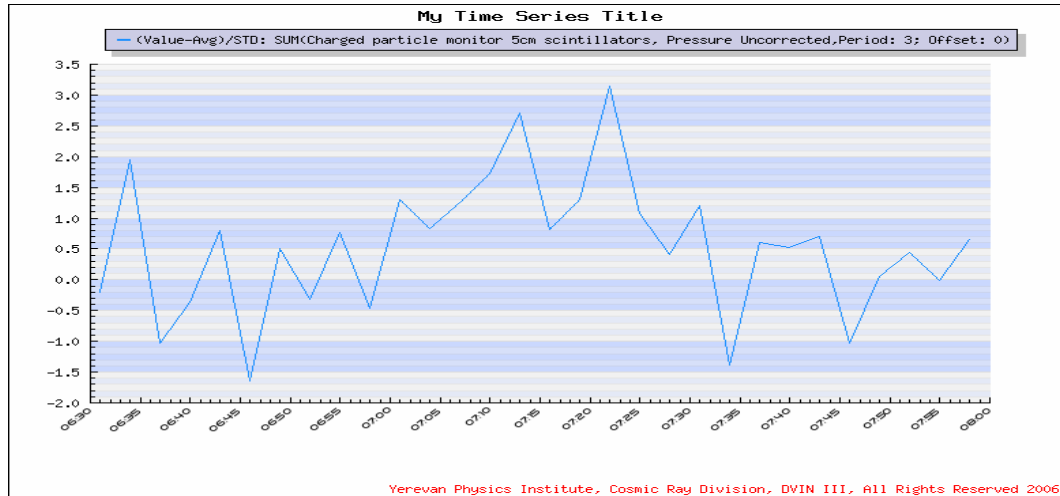
Նոր-Ամբերդի նեյտրոնային մոնիտորը գրանցել է  $3.75\sigma$  արժեքով պիկ:



Նկար 18. Նոր-Ամբերդի նեյտրոնային մոնիտորի 3-րոպեանոց տվյալները

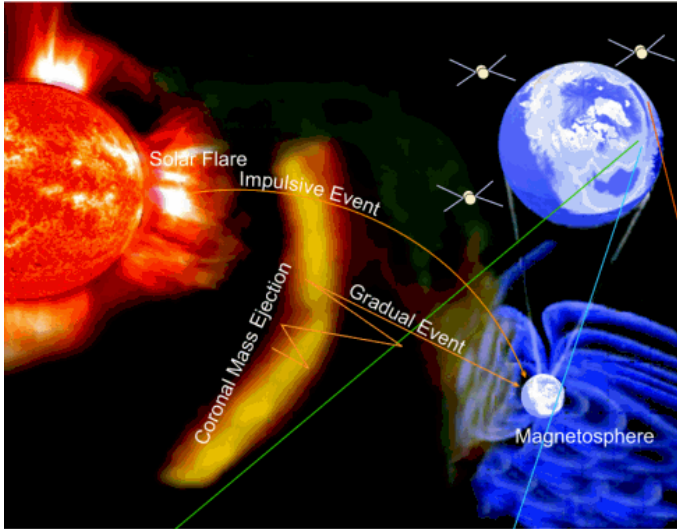
Արագածի բազմուղղված մյուլոնային մոնիտորի, նեյտրոնային մոնիտորի և Նոր-Ամբերդի նեյտրոնային մոնիտորի տվյալներից կարելի է եզրակացնել, որ  $\sim 10^9$  էվ պրոտոնները ավելի շուտ են արձակվում միջմոլորակային տարածություն, քան  $> 20^9$  էվ էներգիայով պրոտոնները: Բացի այդ Արագածի և Նոր-Ամբերդի նեյտրոնային մոնիտորները գրանցել են ամենաքիչը երկու պիկեր: Ցածր էներգիայով լիցքավորված մասնիկներ գրանցող 5սմ

հաստությամ սցինտիլատորները գրանցել են մի քանի պիկեր:



Նկար 14. Ցածր էներգիայով լիցքավորված մասնիկների թվի աճը, 3-րոպեանոց տվյալներ

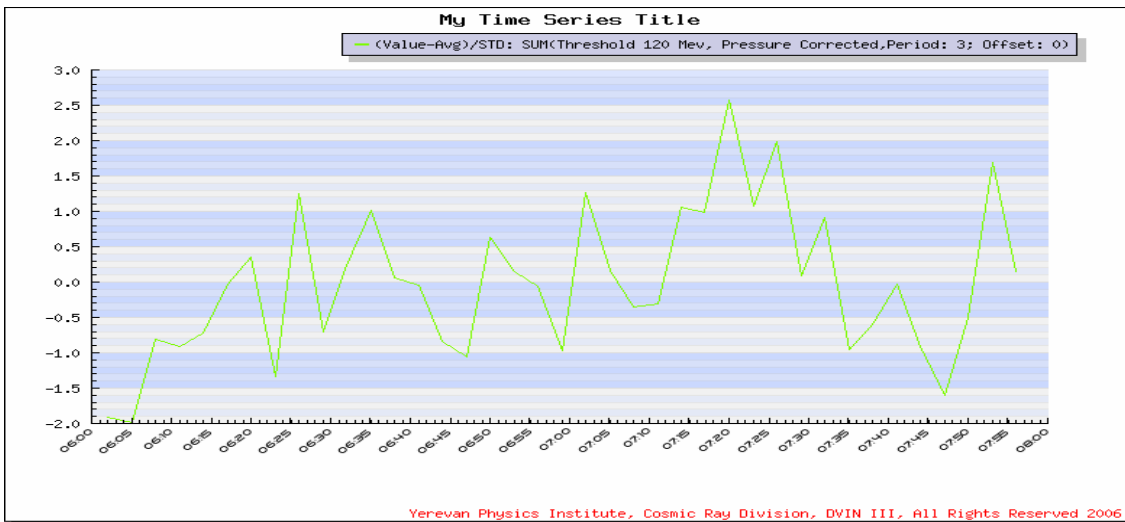
Սովորաբար արեգակի վրա մասնիկների արագացման երկու տարբեր մեխանիզմներ են դիտարկվում: Առաջինը դա արագացումն է միանգամից՝ բռնկումների ժամանակ: Երկրորդը՝ արագացումն է արևապսակի զանգվածի արտանետումների



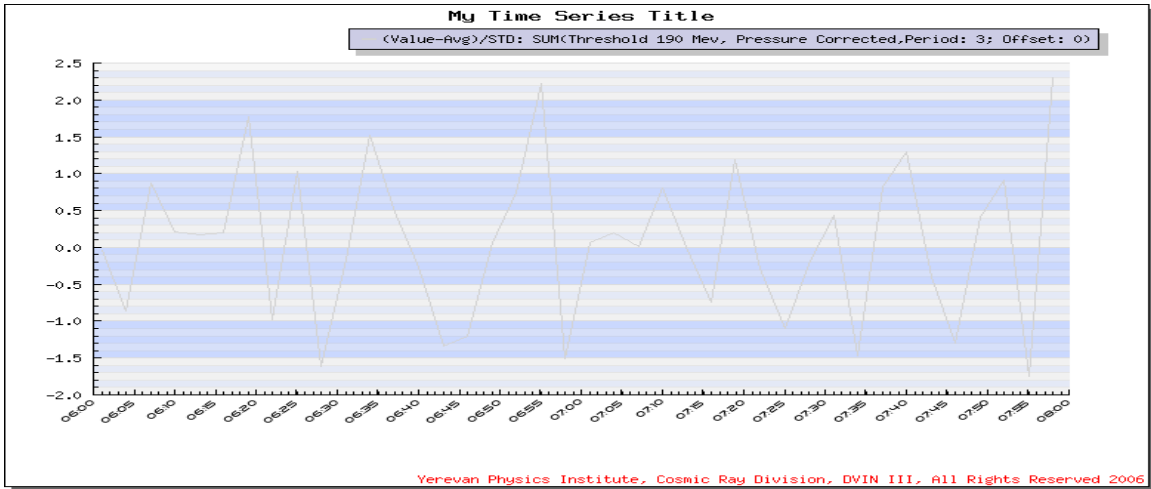
Նկար15.Արեգնային մասնիկների արագացման երկու տարբեր մեխանիզմներ

Երկրորդ դեպքում մասնիկները մի քանի անգամ անցնում են հարվածային ալիքի ճակատով և աստիճանաբար արագանում:

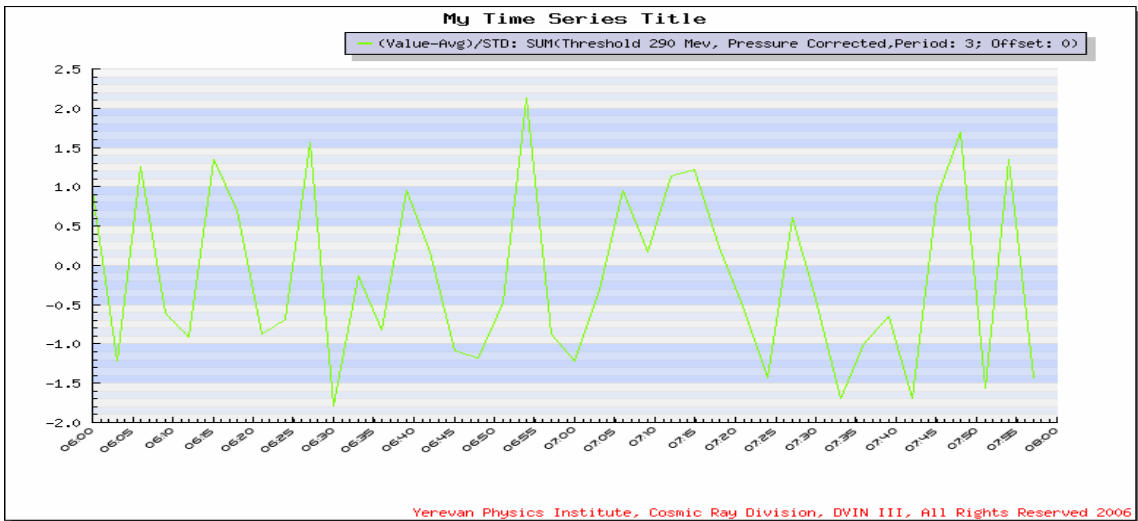
Այժմ ներկայացնենք Արագածի Արեգակնային Նեյտրոնների Դիտակի գրանցաց մասնիկների թվի աճերը:Հիշեցնենք,որ ԱՆԴ-ը ունի էներգիայի չորս շեմ`120 ՄէՎ-ից բարձր,190ՄէՎ, 290 ՄէՎ և 490ՄէՎ –ից բարձր էներգիայով նեյտրոնների համար ունենք այսպիսի պատկերներ`



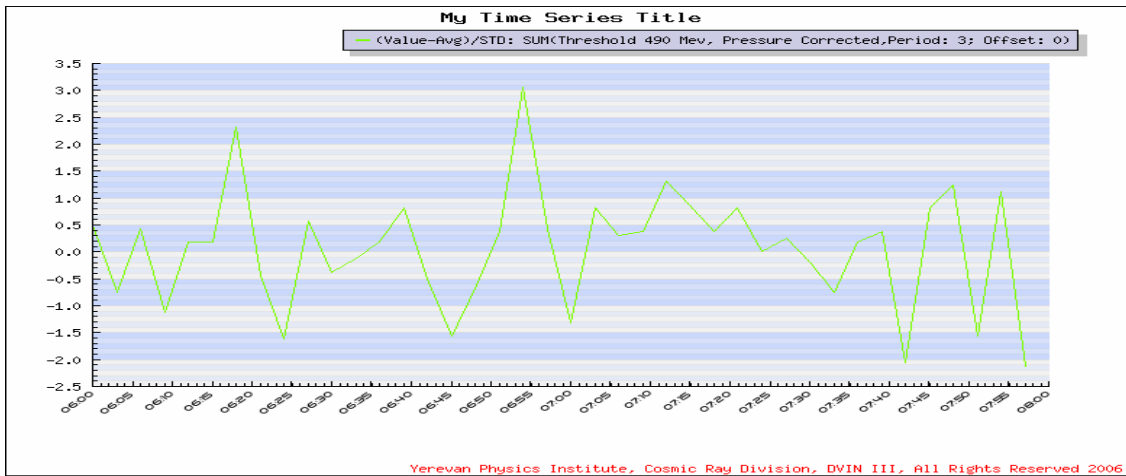
Նկար 16.ԱՆԴ-ի 3-րդաեանոց տվյալները էներգիայի 120 ՄէՎ շեմի դեպքում



Նկար 17. ԱՆԴ-ի 3-րոպեանոց տվյալները էներգիայի 190 ՄէՎ շեմի դեպքում



Նկար 18. ԱՆԴ-ի 3-րոպեանոց տվյալները էներգիայի 290 ՄէՎ շեմի դեպքում



Նկար 19. ԱՆԴ-ի 3-րոպեանոց տվյալները էներգիայի 290 ՄէՎ շեմի դեպքում

Այսպիսով ունենք 4 պիկեր, որոնցից ամենամեծը համապատասխանում է 490 ՄէՎ-ից մեծ էներգիայով նեյտրոններին: Իսկ 120 ՄէՎ-ից մեծ էներգիայով նեյտրոնների դեպքում պիկը զգալիորեն ավելի ուշ է գրանցվել : Այուսակում ներկայացված են Արագածի տիեզերական ճառագայթների հետազոտության կենտրոնի տվյալները:

### Եզրակացություններ

1. Արագածի Տիեզերական ճառագայթների հետազոտության կենտրոնի սարքերը 2005թ. հունվարի 20-ին գրանցել են մեծ էներգիայով մասնիկների լրացուցիչ հոսք:
2. Պրոտոնները, որոնց էներգիան ~7.6-10 ՊէՎ է միջմոլորակային տարածություն են արձակվել մի քանի րոպե ավելի շուտ, քան ~20ՊէՎ էներգիայով պրոտոնները:
3. ԱՆԴ-ի էներգիայի ամենամեծ շեմը՝ 490 ՄէՎ, արձանգրել է մյուս շեմերից ավելի մեծ պիկ, այսինքն առաջնային պրոտոնները ունեցել են մեծ էներգիա:

	Peak significance	start time UT	max. time UT
ANM	4,5	6:57	7:10
NANM	3,75	6:58	7:00
AMMM	4	7:00	7:02
SNT,thr1	2,6	7:11	7:20
SNT,thr2	2,2	6:50	6:55
SNT,thr3	2,2	6:52	6:54
SNT,thr4	3	6:51	6:53
SNT,5cm	2.7 և 3	7:00	7:13 և 7:22

Աղյուսակ 5. 20.01.2005GLE-ն ըստ Արագածի Տիեզերական ճառագայթների հետազոտության կենտրոնի սարքերի:

Գրականություն

**1.Л.И.Дорман. Экспериментальные и теоретические основы астрофизики космических лучей. Изд – ство "Наука".1975.**

**2.A.Chilingarian for the ASEC team, (2005) Correlated Measurements of Secondary Cosmic Ray Fluxes by the Aragats Space- Environmental Center Monitors,NIM-A, 543, 483-496**

**3.A. Chilingarian, V.Babayan, N. Bostanjyan, G. Karapetyan (2005) Correlated Measurements of the Secondary Cosmic Ray Fluxes by the Neutron Monitors and Muon Telescopes, International Journal of Modern Physics A, Vol. 20, No.29., 6634-6642**

**4.N. Bostanjyan, A.Chilingarian, V. Eganov, G. Karapetyan,(2006)On the Highest Energies of Proton Acceleration at the Sun on January20 2005,in press**

**5. H.Martirosyan for the ASEC team,(2003)The Correlation between GLE Fine Structure and Primary Ion Type, submitted to Advances in Space Research,(ASR).**