

# ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ՖԱԿՈՒԼՏԵՏ

ՄԻԶՈՒԿԱՅԻՆ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԱՄԲԻՈՆ

## ԱՎԱՐՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ

ԹԵՄԱ՝

ՆՈՐ ԱՄԲԵՐԴԻ ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿԻ ՈՐՈՇՄԱՆ  
ԳԻՏԱՍԱՐՔԵՐՈՒՄ ԳՐԱՆՑՎՈՂ ԴԵՊՔԵՐԻ ԴԱՍԵՐԻ  
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ:

ՂԵԿԱՎԱՐ՝ ՊՐՈՖ. Ա. Ա. ԶԻԼԻՆԳԱՐՅԱՆ  
ՈՒՍԱՆՈՂ՝ ԱՀԱՐՈՆ ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԵՐԵՎԱՆ 2008

Ներածություն

Տիեզերական մասնիկների էներգետիկ սպեկտրը և միջուկային բաղադրությունը տարածության մեջ և ժամանակի ընթացքում հաստատուն մեծություն չէ: Նախ և առաջ տիեզերական մասնիկների հատկությունները զգալիորեն փոխվում են աստղերին մոտենալիս և կախված նրանց դիրքից գալակտիկայում: Օրինակ արեգակին մոտենալիս գալակտիկական տիեզերական մասնիկների ինտենսիվությունը զգալիորեն ընկնում է: Տիեզերական մասնիկների ինտենսիվությունը ժամանակի ընթացքում զգալիորեն փոխվում է և տեղի են ունենում տարբեր տիպի ժամանակային վարիացաներ (փոփոխություններ)՝ էներգետիկ սպեկտրի և միջուկային բաղադրության:

Հայտնի է, որ միջմոլորակային տարածությունը լցված է իոնիզացված մասնիկների հոսքերով, որոնք անընդհատ ճառագայթվում են արեգակից, և որոնց էներգիաները 1keV կարգի են: Այդ մասնիկների արագությունները տատանվում են 300-1000(կմ/վ):

Առաջնային տիեզերական մասնիկները մինչ երկրի մակերևույթին հասնելը անցնում են օդի հաստ շերտով, որը համեմատական է գրեթե 15 միջուկային վազքի:

Առաջնային տիեզերական մասնիկները օդի ատոմների հետ բախվելով մթնոլորտում առաջացնում են հեղեղներ՝ ծնվում են նոր երկրորդային մասնիկներ: Երկրի բևեռներում երկրորդական մասնիկների գրանցման շեմային եներգիան

մոտավորապես 0,5Gv է, հասարակածում՝ 14Gv, իսկ Երևանում 7,1Gv:

Այս աշխատանքի ընդհանուր նպատակը հանդիսանում է Նոր-Ամբերդի բազմուղղված մյուոնային մոնիտորում (ՆԱԲՄՄ1) գրանցվող մասնիկների ըստ ուղղությունների՝ անկյունային բաշխվածության ուսումնասիրմամբ, ստուգել ՆԱԲՄՄ1-ի աշխատանքի ճշտությունը:

Գլուխ 1.Տիեզերական մասնիկների վարիացիաները

## 1.1 Տիեզերական մասնիկների վարիացիաների համառոտ դասակարգումը.

Տիեզերական մասնիկների վարիացիաները պայմանականորեն կարելի է բաժանել երկու խմբի՝ երկրային եվ ոչ երկրային: Դիտարկվող վարիացիաների բնույթը հասկանալու համար գրենք դիտարկվող տիեզերական մասնիկների ինտենսիվության արտահայտությունը այն տիրույթում, որտեղ գեոմագնիսական կոշտությունը  $R_c$  է:  $R = p \cdot c / q$ , որտեղ  $p$ -ն մասնիկի իմպուլսն է,  $q$ -ն՝ լիցքը,  $c$ -ն՝ լուսի արագությունը:

$$I(h_0) = \int_{R_c}^{\infty} D(R) m(R, h_0) dR \quad (1), \quad \text{որտեղ } I(h_0)\text{-ն}$$

տիեզերական մասնիկների ինտենսիվությունն է  $h_0$  ճնշումով տեղամասում,  $m(R, h_0)$  գրանցված մասնիկների քանակն է, որոնք առաջացել են սկզբնական միևնույն մասնիկից, որի կոշտությունը  $R$  է, իսկ  $D(R)$ -ը ըստ կոշտության առաջնային տիեզերական ծառագայթման դիֆերենցիալ սպեկտրն է: (1)-ը ձևափոխելով ըստ  $m(R, h_0)$ -ի,  $R$ -ի և  $D(R)$ -ի և բաժանելով (1)-ի երկու մասերը  $I(h_0)$ -ի (հարաբերական սխալը ստանալու համար) կստանանք՝

$$\frac{\delta I(h_0)}{I(h_0)} = \int_{R_c}^{\infty} \frac{\delta m(R, h_0)}{m(R, h_0)} W(R, h_0) dR - \delta R_c W(R_c, h_0) - \int_{R_c}^{\infty} \frac{\delta D(R)}{D(R)} W(R, h_0) \quad (2)$$

որտեղ  $W(R, h_0) = \frac{m(R, h_0)D(R)}{I(h_0)}$  -ը կապի

գործակիցն է տիեզերական մասնիկների՝ առաջնային և երկրորդական կոմպոնենտների միջեվ:

Ստացված (2) արտահայտությունից երևում է, որ տիեզերական մասնիկների վարիացիաները պայմանավորված են ինտեգրալային պատիկության փոփոխությունով (առաջին անգամը (2) արտահայտությունում), շեմային գեոմագնիսական կոշտության փոփոխությունով (երկրորդ անգամը (2) արտահայտությունում) և առաջնային տիեզերական ճառագայթման սպեկտրի փոփոխությունով:

Երկրային վարիացիաներին վերաբերվում են երկու դասեր՝ մթնոլորտում կատարվող փոփոխություններ և երկրի մագնիսական դաշտում կատարվող փոփոխություններ:

Այդ վարիացիաների դասերի հետազոտությունը կարևոր է, հասկանալու համար այն բարդ պրոցեսները, որոնք ուղեկցվում են բարձր էներգիայով մասնիկի անցմանը երկրի մթնոլորտով, ինչպես նաև երկրի մագնիսոսֆերայում կատարվող պրոցեսները հասկանալու համար: Բացի այդ այդ դասերի մանրակրկիտ ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս հուսալի որոշել համապատասխան բաժինները դիտարկվող վարիացիաների, թե որոնց համար են պատասխանատու երկրային պատճառները:

Դա էլ իր հերթին թույլ է տալիս գտնելու տիեզերական մասնիկների ոչ երկրային վարիացիաները:

Եթե դիտարկվող տվյալներում բացառվի 1-ն և 2-րդ դասի վարիացիաները, ապա մնացած 3-րդ դասի վարիացիաները կապված կլինեն արդեն մթնոլորտի սահմանից դուրս՝ առաջնային վարիացիաներով: 3-րդ դասի վարիացիաներն էլ իրենց հերթին կարելի է բաժանել երեք ենթադասերի, որոնցից յուրաքանչյուրը մեծ հետաքրքրություն է առաջացնում միջմոլորակային միջավայրում էլեկտրամագնիսական պրոցեսների հատկությունները ուսումնասիրելիս:

Մեծ հետաքրքրություն են առաջացնում 3ա դասի վարիացիաները, որոնք վերաբերվում են գալակտիկայից արեգակնային համակարգ եկող տիեզերական մասնիկների մոդուլացիոն էֆեկտներին: Մոդուլացիոն էֆեկտները բնութագրում են էլեկտրամագնիսական փոփոխությունները միջմոլորակային՝ ինչպես երկրից հեռու, այնպես էլ երկրամերձ տիեզերական տարածությունում:

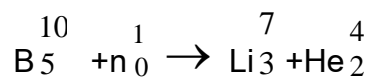
Յբ դասի վարիացիաները առանձնահատուկ են ոչ միայն այն պատճառով, որ նրանց ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս ստանալ բացառապես կարևոր ինֆորմացիա արեգակի խորքերում կատարվող պրոցեսների մասին, այլ նաև, որ արեգակի վրա արագ մասնիկների առաջացումը մեծ վտանգ է ներկայացնում տիեզերական թռիչքների համար: Այդ վարիացիաների հետազոտությունը կարևոր նշանակություն ունի տիեզերական եղանակը կանխագուշակելու համար:

3գ դասի վարիացիաները կարևոր արժեք ունեն ոչ միայն գալակտիկայում մագնիսական դաշտերի կառուցվածքները և լարվածությունները գնահատելու համար, այլ նաև գալակտիկայում տարբեր էներգիաներով մասնիկների կյանքի տևողությունները որոշելու համար, որն էլ իր հերթին թույլ է տալիս ավելի ճշգրիտ գնահատել էներգիան, որը տալիս է աղբյուրը (հավանաբար գեր-նոր աստղերը ) տիեզերական մասնիկներին:

## ԳԼՈՒԽ 2. Նոր Ամբերդի տիեզերական եղանակի որոշման գիտասարքերի համառոտ նկարագրությունը

### 2.1 Նեյտրոնային մոնիտոր

Արդեն 50 տարի է ինչ նեյտրոնային մոնիտորը շարունակում է մնալ որպես ճշգրիտ, հուսալի և ամենատարածված սարքավորումը, տիեզերական մասնիկների նեյտրոնային կոմպոնենտի վարիացիաների գրանցման համար: Նեյտրոնները գրանցվում են համեմատական հաշվիչների օգնությամբ, որոնք լցված են  $\text{BF}_3$  գազով, հագեցած  $\text{B}^{10}$  իզոտոպով, որի փոխազդեցությունը  $n$ -ի հետ բերում է հետևյալ ռեակցիային`



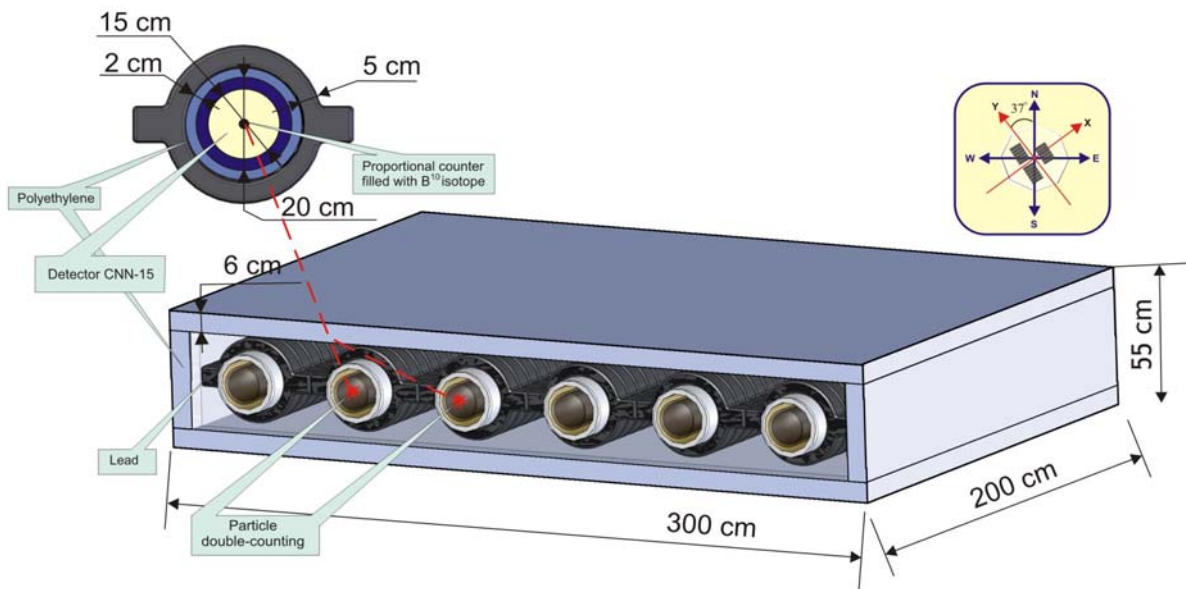
Այդ ռեակցիայի արդյունքում 2,5 Mev էներգիա է անջատվում, ընդ որում  $\alpha$  մասնիկի բաժինը մոտավորապես կազմում է 1,6 Mev, իսկ մնացած 0,9 Mev-ը կազմում է Li միջուկի բաժինը: Կարևոր է նշել, որ յուրաքանչյուր գրանցման ակտի դեպքում ծախսվում է բորի իզոտոպի ընդամենը մեկ հատ միջուկ, ուստի այդ պատճառով գործնականում հաշվիչի օգտագործման ժամկետը անվերջ է: Քանի որ միջուկի կողմից նեյտրոնի կլանման կտրվացքը էներգիաների լայն տիրույթում հակադարց համեմատական է նեյտրոնի արագությանը, և մաքսիմումի է հասնում ջերմային նեյտրոնի համար, ուստի անհրաժեշտ է հաշվիչը պատել դանդաղեցուցիչով:

Նեյտրոնային մոնիտորում հաշվիչը տեղադրված է պոլիէթիլենային խողովակի մեջ, որի կողմի հաստությունը 2սմ է և որն օգտագործվում է որպես դանդաղեցուցիչ նեյտրոնների համար:

Որպեսզի նեյտրոնային հաշվիչը չարձագանքի դեդեկտորին մոտ շրջակա միջավայրում արագ մասնիկների ձևավորված փոփոխություններին, ինչպես նաև հաշվիչի էֆեկտիվությունը մեծացնելու համար օգտագործվում է նեյտրոնի լոկալ գեներացիայի (առաջացման) մեթոդը:

Մեթոդի էությունը կայանում է նրանում, որ հաշվիչը շրջապատում են բարձր ատոմային համար ունեցող նյութով: Այդ դեպքում գրանցվող նեյտրոնները առաջանում են ոչ թե օդի կամ շրջապատող իրերի մեջ այլ առաջանում են հաշվիչը շրջապատած նյութում՝ միջուկային տրոհումների արդյունքում: Նեյտրոնների գեներացիան (առաջացումը) աճում է նյութի ատոմական զանգվածի աճման հետ միասին: Օրինակ՝ կապարում նեյտրոնների բազմացման գործակցի հարաբերությունը գրաֆիտում բազմացման գործակցին մոտավորապես հավասար է 8:1 : Այդ պատճառով, որպես նեյտրոնների մակածիչ օգտագործելով բարձր ատոմային համար ունեցող նյութ՝ գործնականում 0-ի է մոտենում մթնոլորտում ձևավորված և դանդաղած նեյտրոնների գրանցումը: Նեյտրոնների լոկալ գեներացիայի մեթոդով աշխատող գրանցիչը ստացել է նեյտրոնային մոնիտոր անվանումը, որի ընդհանուր տեսքը պատկերված է (նկ.2.1)-ում: 6-ական հաշվիչները տեղադրված են 8սմ հաստությամբ պոլիէթիլենային կաղապարի մեջ, մթնոլորտում և շրջապատող առարկաներում դանդաղած նեյտրոնների հոսքը փոքրացնելու համար:

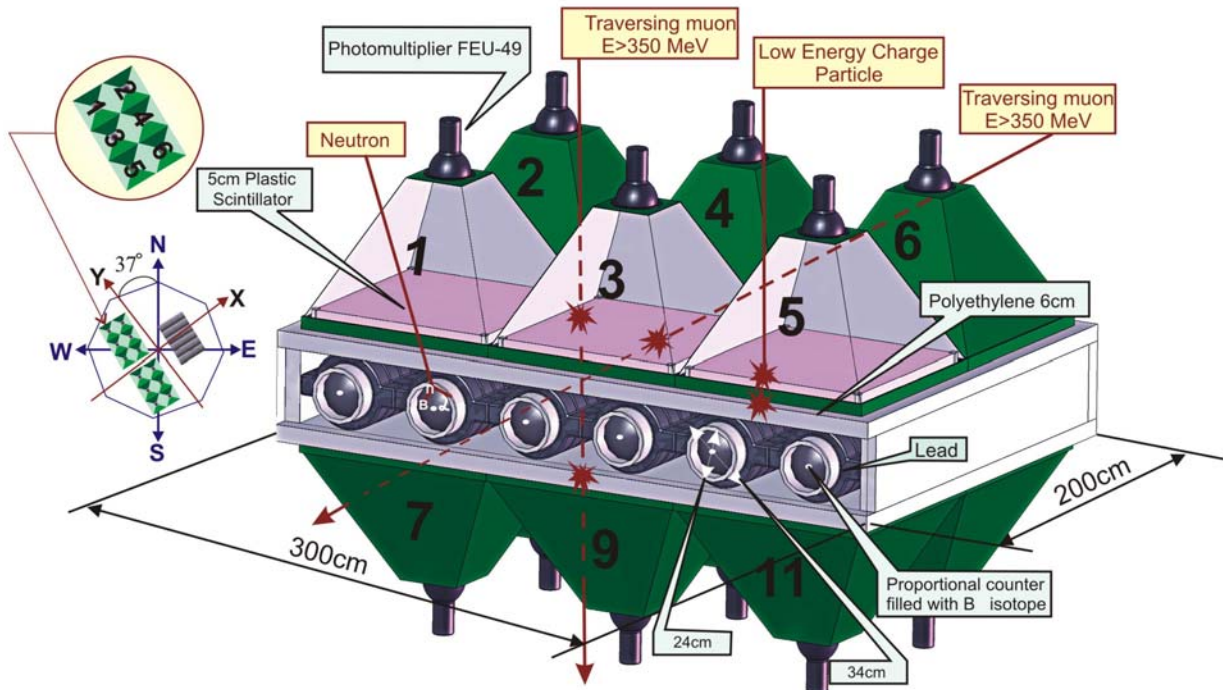
Նեյտրոնային հաշվիչները  $\text{BF}_3$  տեղադրված են 2սմ կողային հաստությամբ պոլիէթիլենային խողովակի մեջ, նեյտրոններին մինչև ջերմային էներգիայի դանդաղեցնելու համար, որոնք էլ իրենց հերթին տեղադրված են 5սմ կողային հաստությամբ կապարե խողովակների մեջ, նեյտրոնների լուրջ գեներացիայի համար:



Նկ.2.1 Նոր Ամբերդի նեյտրոնային մոնիտոր

## 2.2 Բազմուղղված մյուոնային մոնիտոր

Նոր-Ամբերդի բազմուղղված մյուոնային մոնիտորի ընդհանուր տեսքը պատկերված (նկ.2.2)-ում:



Նկ.2.2 Նոր-Ամբերդի բազմուղղված մյուոնային մոնիտոր

ՆԱԲՄՄ-ն բաղկացած է պլաստիկ սինցիլյատորների երկու շերտից, որոնք տեղադրված են Նոր-Ամբերդի նեյտրոնային մոնիտորի (ՆԱՆՄ) 6-ական վերին և 6-ական էլ ստորին մասերում, որոնց միջև հեռավորությունը մոտավորապես 1մ է:

Պլաստիկ սինտիլյատորներից յուրաքանչյուրի հաստությունը՝ 5սմ է և զբաղեցնում է  $0.81\text{մ}^2$  մակերես: Մոնիտորի ստորին մասում մյուոնների զբանցման շեմային էներգիան մոտավորապես 250 meV է:

Տվյալների հավաքման համակարգը համընկման սկզբունքով հնարավորություն է տալիս դիտարկելու նաև այն մյուսներին վորոնք գալիս են տարբեր ուղղություններից: Բոլոր հնարավոր դեպքերը որոնք հնարավորություն է տալիս դիտարկելու ՆԱԲՄՄ-ն հետևյալն են՝

1. ՆԱԲՄՄ-ի 12 կանալների 1ր-ոց հաշիվը:
2. Բոլոր հնարավոր համընկնումների հաշիվը՝ 6-ական վերին և 6-ական էլ ստորին դետեկտորների համար, դրանք 36 են, ընդհամենը 15 ուղղություն:
3. Հատուկ համընկնումնորի հաշիվը, որոնք իրենցից ներկայացնում են հետևյալը՝
  - 3.1. վերևում շատ - ներքևում 0 (երբ կա ազդանշան վերևի 2 և ավելի դետեկտորներում , իսկ ներքևում չկա )
  - 3.2. վերևում 0 – ներքևում շատ (երբ վերևում չկա ազդանշան, իսկ ներքևում կա 2 և ավելի դետեկտորներում )
  - 3.3. վերևում 1 – ներքևում 0 (երբ վերևում կա 1 ազդանշան, իսկ ներքևում չկա )
  - 3.4. վերևում 0 -ներքևում 1 (երբ վերևում չկա, իսկ ներքևում կա 1 ազդանշան )
  - 3.5. վերևում շատ – ներքևում 1 (երբ կա ազդանշան վերևի 2 և ավելի դետեկտորներում , իսկ ներքևում կա 1)
  - 3.6. վերևում 1 - ներքևում շատ (երբ վերևում կա 1 ազդանշան, իսկ ներքևում կա 2 և ավելի դետեկտորներում)
  - 3.7 վերևում շատ – ներքևում շատ (երբ կա ազդանշան և վերևի և ներքևի 2 և ավելի դետեկտորներում )

4 Յուրաքանչյուր բուլեի համար 5 վրկ.-ոց դիսպերսիա

5. Յուրաքանչյուր բուլեի համար 5 վրկ.-ոց տվյալներով հաշված 12x12 կորիլացիոն մատրիցա ՆԱԲՄՄ-ի կանալների համար

### Գլուխ 3. Տվյալների մշակումը

Այս աշխատանքում օգտագործվել է 2008թ.-ի հունվարի 25-ին գրանցված տվյալները: Ներկայումս անընդմեջ աշխատող ՆԱԲՄՄ1-ի տվյալները նախնական մշակման ենթարկվելով, որոշակի պարբերությամբ, անընդհատ հավաքվում են տվյալների բազայում, որի ինտերնետային հասցեն է՝ <http://crdlx5.yerphi.am>: Աշխատանքի վերջնական արդյունքը ստանալու համար օգտագործվել են DVIN5, ROOT և GEANT3 ծրագրերը:

DVIN5 ծրագրի օգնությամբ, որով կատարվել է աշխատանքի առաջին փուլը, տվյալների բազայից ընտրելով 2008թ. հունվարի 25-ին Նոր Ամբերդի բազմուղղված մյուոնային մոնիտորում գրանցված տվյալները, ստացել ենք նշված օրվա համար գրանցումների min, max, միջին և միջին քառակուսային շեղման արժեքները, հարաբերական սխալը և առանձնացրել ըստ ուղղությունների 36 դեպքերը (տես աղուսյակ 3.1-3.3):

Աղյուսակ 3.1 ՆԱԲՄՄ1-ի դետեկտորների գրանցումները 2008թ.-ի

հունվարի 25-ին

ԴԵՏԵԿՏՈՐ	ՄԻՋԻՆ ԱՐԺԵՔ	ՄԻՋԻՆ ք. Շ. Օ	ԳՈՒՄԱՐ	ՄԽԱԼ (%)
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 1	14660	118		
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 2	14667	120		
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 3	15409	121	95406	±0.3%
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 4	16665	130		
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 5	17480	147		
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 6	16526	125		
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 7	9327	100		
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 8	10554	103		
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 9	9143	92	57313	±0.4%
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 10	8581	97		
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 11	9250	106		
ԴԵՏԵԿՏՈՐ 12	10459	99		

Աղյուսակ 3.2 ՆԱԲՄՄ1-ի դետեկտորների 2008թ.-ի հունվարի 25-ի գրանցումները ըստ տարբեր ուղղությունների (φ ազիմուտային և θ զենիթային անկյունների)

ՈՒՂՂՈՒԹՅՈՒՆ		ՄԻՋԻՆ ԱՐԺԵՔ	ՄԻՋԻՆ ք. Շ. σ	ԳՈՒՄԱՐ	ՄԽԱԼ (%)
ՈՒՂՂԱՀԱՅԱՑ	[1-7]	2459	52	15509	±0.8%
	[2-8]	2621	53		
	[3-9]	2641	51		
	[4-10]	2313	49		
	[5-11]	2693	53		
	[6-12]	2782	49		
φ=53°±28° E θ=37°±13°	[1-8]	504	24	1538	±2.5%
	[3-10]	494	22		
φ=233°±28° E θ=37°±13°	[5-12]	539	22	3070	±1.8%
	[2-7]	955	29		
	[4-9]	1112	36		
	[6-11]	1003	32		
φ=323°±30° E θ=37°±13°	[3-7]	751	29	3092	±1.7%
	[4-8]	833	28		
	[5-9]	753	27		
	[6-10]	755	28		
φ=143°±30° E θ=37°±13°	[1-9]	689	27	2694	±1.9%
	[2-10]	583	25		
	[3-11]	724	26		
	[4-12]	699	26		
φ=98°±25° E θ=49°±11°	[1-10]	155	12	349	±5.3%
	[3-12]	194	14		
φ=278°±18° E θ=49°±10°	[4-7]	357	18	699	±3.7%
	[6-9]	341	19		
φ=188°±18° E θ=49°±10°	[2-9]	321	19	647	±3.9%
	[4-11]	326	18		
φ=8°±25° E θ=49°±11°	[3-8]	219	14	420	±4.9%
	[5-10]	201	14		
φ=143°±13° E θ=61°±6°	[1-11]	49	6	101	±10%
	[2-12]	52	7		
φ=323°±13° E θ=61°±6°	[5-7]	53	7	115	±9.3%
	[6-8]	61	7		
φ=116°±12° E θ=64°±6°	[1-12]	28	6	27.7	±19%
φ=296°±12° E θ=64°±6°	[6-7]	34	6	33.2	±17.3%
φ=170°±12° E θ=64°±6°	[2-11]	34	6	33.9	±17.2%
φ=350°±12° E θ=64°±6°	[5-8]	32	5	31.9	±17.7%

ՆԱԲՄՄ1-ի երկրաչափական չափերից ելնելով՝  $\theta$  զենիթային և  $\varphi$  ազիմուտային անկյունների համար ստացվում են հետևյալ 5 անկյունային տիրույթները՝ տես աղույակ 3.3:

Աղույակ 3.3

$\theta$ զենիթային անկյունների տիրույթներ.	$\theta$ միջին անկյուն
$\theta=0^{\circ} \pm 24^{\circ}$	$12^{\circ}$
$\theta=37^{\circ} \pm 13^{\circ}$	$37^{\circ}$
$\theta=49^{\circ} \pm 10^{\circ}$	$44^{\circ}$
$\theta=61^{\circ} \pm 6^{\circ}$	$61^{\circ}$
$\theta=64^{\circ} \pm 6^{\circ}$	$64^{\circ}$

Սահմանափակ և հավասար ժամանակահատվածներում գրանցված մասնիկները ենթարկվում են Պուասոնի բաշխմանը: Պուասոնի բաշխման մեջ  $N$  գրանցումների համար հարաբերական սխալը որոշվում է  $\pm 1/\sqrt{N}$ -ով, հարաբերական սխալը մեզ պետք է գրաֆիկը կառուցելու համար:

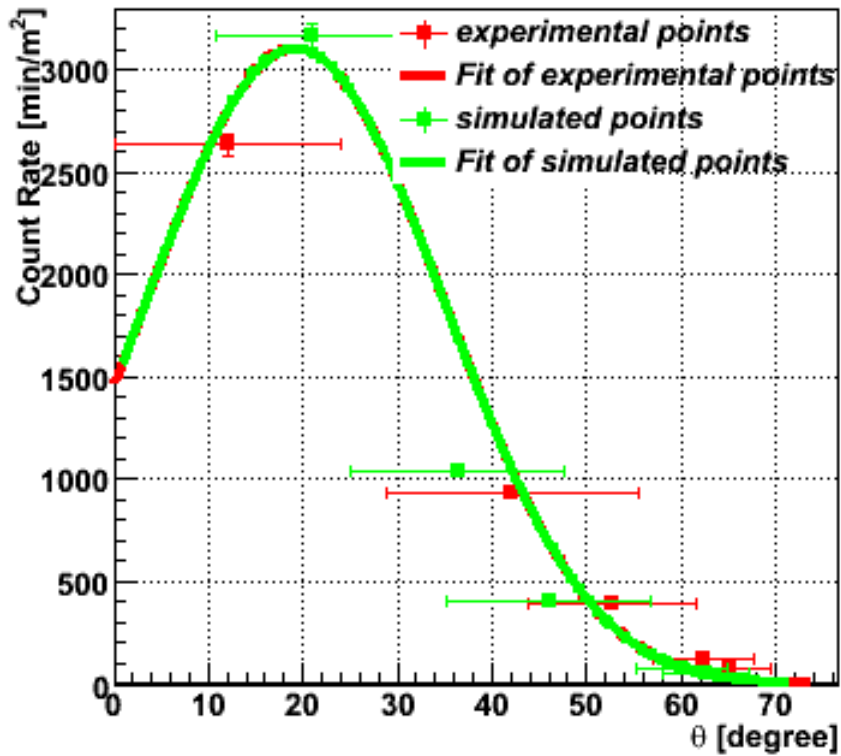
Ստացվեց, որ որոշակի անկյունային տիրույթում գրանցվում են որոշակի քանակությամբ դեպքեր: Այդ դեպքերից ամեն մեկը ունի իր min,max և միջին արժեքները (մենք գործ ենք ունենալու միայն միջին արժեքների հետ):

Հաշվարկներում վերցվել են յուրաքանչյուր խմբի մեջ մտնող դեպքերի միջինների միջին արժեքները: Իսկ անկյունային տիրույթների համար վերցնում ենք անկյունների միջին արժեքները: Արդյունքում ստացվում է 5-ական կետ մասնիկների միջին արժեքների համար և 5-ական կետ էլ համապատասխան անկյունների միջինների համար (տես աղուսյակ 3.4):

Աղուսյակ 3.4

Պ զենիթային անկյունների տիրույթներ.	Պ միջին անկյուններ	Մասնիկների գրանցումների միջին թիվը	Մխալ (%)
$\theta=0^{\circ}\pm 24^{\circ}$	$12^{\circ}$	15509	$\pm 0.8$
$\theta=37^{\circ}\pm 13^{\circ}$	$37^{\circ}$	4099	$\pm 1.5$
$\theta=49^{\circ}\pm 10^{\circ}$	$44^{\circ}$	529	$\pm 4.3$
$\theta=61^{\circ}\pm 6^{\circ}$	$61^{\circ}$	108	$\pm 9.7$
$\theta=64^{\circ}\pm 6^{\circ}$	$64^{\circ}$	32	$\pm 17.6$

Root ծրագրով ստացված կետերի համար կառուցվել է գրաֆիկը, որը պատկերված է նկ.3.1-ում՝



նկ.3.1

Նման ձևով ստացված արդյունքների հավաստիացման մեջ համոզվելու համար ստացված արդյունքները համեմատենք Մոնտե-Կառլո մեթոդով ստացված արդյունքների հետ:

Մոնտե-Կառլո մեթոդի արդյունքների ստացումը կատարվել է GEANT3 ծրագրի օգնությամբ, որի գրաֆիկը նույնպես բերված են նկ.3.1-ում

## Եզրակացություն

Փորձնական և Մոնտե-Կառլո մեթոդով ստացված արդյունքների համեմատությունից երևում է, որ տեսական և փորձնական ճանապարհներով ստացված տվյալները լավ համընկնում է իրար հետ, ըստ որի կարող ենք պնդել, որ նոր էլեկտրոնիկայով աշխատող Նոր-Ամբերդի բազմուղղված մյուլտնային մոնիտորի տված արդյունքները ճիշտ են և գրանցող սարքավորումը ծիշտ է աշխատում: