

Բովանդակություն

Ներածություն	3
1.Դետեկտորներ	3
1.1 Սցինտիլյացիոն հաշվիչներ	5
1.2 STAND.....	8
1.3 Boltek EMF-100	8
1.4 Boltek Storm Tracker PCI Lighting Detection.....	14
1.5. ADEI	15
2. Կայծակներ	16
2.1.Ընդհանուր տեղեկություններ.....	16
2.2 Բացասական կայծակներ.....	20
2.3 Դրական կայծակներ	21
2.5 Ներամպային կայծակներ	22
2.4 Երկրային կայծակներ.....	22
3. Աշատանքի արդյունքները.....	24
4.Եզրակացություն	36
5. Գրականություն.....	37
Հղումներ	37

Ներածություն

Ներկայումս կայծակների ուսումնասիրությունը արդիական է դարձել, քանի որ շատ երևույթներ կապված դրանց հետ դեռ չունեն իրենց սպառիչ բացատրությունները: Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտում հետազոտությունները սկսվեցին 2009 թվականից, երբ ինստիտուտը և Արագածի կայանը համալրվեցին նոր սարքավորումներով: Ներկայումս կատարվում են ուսումնասիրություններ, քանակական հաշվարկներ՝ ամպրոպային եղանակի ժամանակ էլեկտրական դաշտի փոփոխության ընթացքում դիտվող երևույթները բացատրելու համար:

Երևանում, Նոր-Ամբերդում և Արագածում տեղադրված են տիեզերական ճառագայթները գրանցող սարքեր, ինչպես նաև ամպրոպային եղանակի ժամանակ էլեկտրական դաշտի փոփոխությունը չափող Boltek EFM-100 կոչվող սարքը և կայծակների թիվը գրանցող Boltek Storm Tracker PCI LD-ին:

Այս աշխատանքում ուսումնասիրվել է ամպրոպային եղանակի ժամանակ էլեկտրական դաշտի և տիեզերական մասնիկների հոսքի միջև կապը: Մասնիկների հոսքի փոփոխությունը ուսումնասիրելու համար օգտագործվել է Stand կոչվող մանիտորից ստացված տվյալները: Ուսումնասիրությունները կատարվել են հիմնականում հոկտեմբեր ամսվա ընթացքում գրանցված տվյալների հիման վրա:

1. Դետեկտորներ

Մասնիկները և ճառագայթները չեն կարող գրանցվել անմիջականորեն: Նրանք գրանցվում են միայն նյութի հետ իրենց փոխազդեցության հետևանքով:

Լիցքավորված մասնիկների փոխազդեցությունը նյութի հետ էապես տարբերվում է չեզոք մասնիկների փոխազդեցությունից: Կարելի է պնդել, որ ցանկացած փոխազդեցության երևույթ կարելի է օգտագործել որպես հիմք որոշակի դետեկտորի ստեղծման ժամանակ: Քանի-որ փոխազդեցության տեսակները շատ բազմազան են, ապա գոյություն ունեն մասնիկների և ճառագայթների գրանցման բազմատեսակ

տարբեր: Ավելին, հնարավոր է, որ միևնույն մասնիկի համար փոխազդեցության երևույթները տարբեր էներգիաների դեպքում լինեն տարբեր:

Լիցքավորված մասնիկի փոխազդեցությունը նյութի հետ հիմնականում բերում է իոնիզացիայի և գրգռման: Ռեյատիվիստիկ մասնիկների համար անհրաժեշտ է դիտարկել նաև արգելակային ճառագայթման էներգետիկ կորուստները: Չեզոք մասնիկները նախ պետք է ծնեն լիցքավորված մասնիկներ, և միայն հետո գրանցվեն նրանց բնորոշ փոխազդեցությունների հետևանքով: Ֆոտոնների համար այդ երևույթները հետևյալներն են՝ ֆոտոէֆեկտ, Կոմպտոն էֆեկտ և էլեկտրոնային զույգի ծնունդ: Այդ փոխազդեցությունների հետևանքով ծնված էլեկտրոնները հետագայում գրանցվում են դետեկտորների զգայուն ծավալում, իրենց ստեղծած իոնիզացիայի շնորհիվ:

Դետեկտորի համար խիստ կարևոր է էֆեկտիվությունը, լուծողականությունը, համասեռությունը, կայունությունը ժամանակի ընթացքում և այլն:

Դետեկտորի որակի գնահատականը՝ նրա լուծողականությունն է չափվող մեծության նկատմամբ (էներգիա, ժամանակ, տարածական կոորդինատ և այլն):

Դետեկտորի ամենակարևոր հատկությունը դա նրա գրանցման էֆեկտիվությունն է, որը այն բանի հավանականությունն է, որ դետեկտորով անցած մասնիկը գրանցվել է նրա կողմից: ε էֆեկտիվությունը կարող է զգալիորեն տարբերվել տարբեր մասնիկների և դետեկտորների համար: Օրինակ՝ գազային հաշվիչներում γ ճառագայթները գրանցվում են մի քանի տոկոս էֆեկտիվությամբ, այն դեպքում, երբ լիցքավորված մասնիկների գրանցման էֆեկտիվությունը նույն դետեկտորներում մոտենում է 100%-ի: Նեյտրոնները կարող են գրանցվել շատ ավելի ցածր հավանականությամբ (ՄԷՎ-անոց նեյտրոնների համար էֆեկտիվությունը $\sim 10^{-18}$ -է, բավականին մասիվ դետեկտորներում): Դետեկտորի էֆեկտիվությունը սովորաբար կախված է դետեկտորի զգայուն ծավալով մասնիկի անցման տեղից (համասեռություն), ինչպես նաև՝ անկման անկյունից (իզոտրոպություն):

Մի շարք դեպքերում անհրաժեշտ է, որ դետեկտորն իրարից զանազանի միաժամանակ ընկնող մասնիկները: Այդ պատճառով կարևոր է նաև բազմամասնիկ գրանցման էֆեկտիվությունը: Բազմամասնիկ գրանցման էֆեկտիվությունը կարելի է

սահմանել որպես մի հավանականություն, որի դեպքում ճշգրիտ N մասնիկ է գրանցվում N մասնիկի միաժամանակ անցնելու դեպքում: [1]

Ատոմների գրգռումը նյութերի մոտ տեղի է ունենում երկու ձևով.

- Գրգռված ատոմները անցնում են հիմնական վիճակին վիճակագրական օրենքով և լուսարձակումն ընդունված է անվանել ֆլուորենցենցիա
- Ատոմների գրգռված վիճակներից հիմնական վիճակին անցումներն արգելված են , այդ դեպքում միջավայրի էներգիայի ֆլուկտուացիայի շնորհիվ ատոմներն ստանում են լրացուցիչ էներգիա, անցնում ավելի բարձր գրգռման վիճակի, ապա անցնում հիմնական վիճակին, իսկ դրան ուղեկցող լուսարձակումը կոչվում է ֆոսֆորեսցենցիա:

Ֆլուորենցենցիա և ֆոսֆորեսցենցիա նյութերը կոչվում են սցինտիլյատորներ և ֆոսֆորներ: Այն սարքավորումները , որոնք հնարավորություն են տալիս նշելու ֆոսֆորներում լույսային բռնկումները, կամ սցինտիլյացիաները, որոնք առաջացնում են լիցքավորված մասնիկները` ֆոսֆորով անցնելիս, կոչվում են սցինտիլյացիոն հաշվիչներ:

1.1 Սցինտիլյացիոն հաշվիչներ

Սցինտիլյատորները մասնիկների գրանցման համար օգտագործվող ամենահին դետեկտորներից են: Դարասկզբում, լիցքավորված մասնիկները գրանցվում էին ցինկի սուլֆատի էկրանին առաջացրած լույսի առկայծումով, որը դիտվում էր անզեն աչքով: Այդ ժամանակ նշվում էր, որ մարդու աչքի զգայությունը կարող է զգալիորեն աճել մի բաժակ սուրճի օգտագործումից հետո, որը փոքր դոզայի ստրիխնինի ազդեցության արդյունք է: Լրիվ մթության մեջ, երկար ակոմոդացիայից հետո, մարդու աչքը ընդունակ է որպես լույսի առկայծում ընկալելու մոտովորապես 15 ֆոտոնը, եթե նրանք ճառագայթվում են 1/10 վ ընթացքում, և եթե նրանց ալիքի երկարությունը համապատասխանում է աչքի զգայնության մաքսիմումին: 1/10 վ–ը մարդու աչքի լուսային զգացողության հաստատունն է :

Սցինտիլյացիոն հաշվիչի աշխատանքի սկզբունքը գրեթե նույնն է մնացել: Սցինտիլյատորը երկակի դեր ունի: Առաջինը` նա պետք է մասնիկի էներգետիկ

կորուստների հաշվին առաջացած բյուրեղային ցանցի տարբեր գրգռումները վերածի տեսանելի լույսի և երկրորդը՝ այդ լույսը ուղղակիորեն կամ լուսատարի միջոցով տեղափոխի դեպի օպտիկական ընդունիչը (ֆոտոբազմապատկիչ, բազմականալ թիթեղ, ֆոտոդիոդ, ֆոտոտրանզիստոր և այլն):

Սցինտիլյացիոն նյութեր կարող են լինել անօրգանական բյուրեղները, օրգանական միացությունները և գազերը: Այս սցինտիլյացիոն նյութերում լույսի առաքման մեխանիզմները միանգամայն տարբեր են:

Այս աշխատանքում օգտագործվել է օրգանական սցինտիլյատորներ:

Մեծ մակերեսով սցինտիլյացիոն հաշվիչները հաճախ օգտագործվում են այլ դետեկտորների նշագտիչավորման համար, որոնք ապահովում են ավելի մանրամասն ինֆորմացիա: Սցինտիլյատորների օգտագործման հիմնական տիրույթներից մեկը դա կալորիմետրերում որպես գրանցող տարր ծառայելն է: Այդպիսի սարքերում շատ կարևոր է, որ սցինտիլյացիոն հաշվիչները ունենան բարձր համասեռություն, այսինքն, որ լույսի ելքը կախված չլինի մասնիկի անցնելու տեղից: Այդպիսի համասեռություն ապահովելը, սակայն, բավականին դժվար է, քանի որ լույսի թուլացման երկարությունը սցինտիլյատորում, ալիքի երկարության փոխարկիչներում և ալիքատարներում վերջավոր է, և $\lambda \sim 1$ մ կարգի է: Կլանումը հիմնականում տեղի է ունենում ճառագայթման սպեկտրի կարճալիք մասում: Լույսի հավաքման համասեռությունը կարելի է զգալիորեն լավացնել, վերաբաշխելով ճառագայթման կարճալիք բաղադրիչը, ֆոտոբազմապատկիչի պատուհանի վրա տարբեր ֆիլտրերի օգտագործմամբ: Սովորաբար օգտագործվում են դեղին ֆիլտրեր:

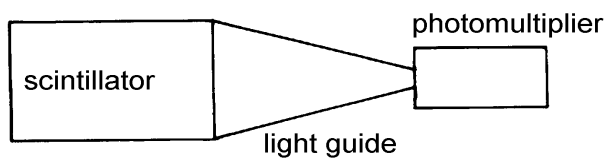
Սովորաբար մեծ մակերեսով սցինտիլյատորները ընթերցվում են մի քանի ֆոտոբազմապատկիչներով: Ֆոտոբազմապատկիչը բաղկացած է ֆոտոկատոդից, ֆոկուսացնող հարմարանքներից, մի քանի առաքողներից/էմիտերներից և անոդից:

Այս ֆոտոբազմապատկիչների ազդանշանների հարաբերությունը կարող է օգտագործվել մասնիկի անցման տեղի որոշման համար, որը թույլ կտա կատարել չափված լույսի ելքերի կլանման էֆեկտների ճիշտ հաշվառումներ:

Ֆոտոբազմապատկիչով չափված լույսի ինտենսիվությունը համապատասխանում է շատ փոքր անողային լարման պայմաններում առաջացած

ագդանշանին: Անողային լարման 0 արժեքի դեպքում գրանցվում է միայն ուղղակիորեն ծնված լույսը:

Կալորիմետրերում որպես գրանցող տարր օգտագործվող սցինտիլյատորները սովորաբար ունեն հարթ շերտերի տեսք: Անհրաժեշտ է այդ շերտերի եզրերից դուրս եկող սցինտիլյացիոն լույսը տեղափոխել և ուղղել գրեթե շրջանային երկրաչափությամբ ընդունող ֆոտոդզայուն սարքերին: Այդպիսի համակցումը տեղի է ունենում համապատասխան լուսատարերի օգնությամբ: Բազմաթիվ պարզ դեպքերում (նկ. 1) լույսը դեպի ֆոտոբազմապատկիչի ֆոտոկատոդ է տեղափոխվում եռանկյունաձև լուսատարերի օգնությամբ (ծկան պոչ): Լույսի լրիվ տեղափոխում (առանց կորուստների) այդպիսի լուսատարերի օգնությամբ անհնարին է:



Նկ.1. «Զկան պոչ» տիպի լուսատարի օգնությամբ լույսային ագդանշանի ընթերցումը :

Միայն բարդ կառուցվածք ունեցող լուսատարերի օգտագործմամբ է հնարավոր համապատասխանեցնել սցինտիլյատորի ելքը ֆոտոբազմապատկիչի մուտքի հետ առանց նկատելի լույսի կորուստների (ադիաբատիկ լուսատար): Լուսատարի միայն առանձին տարրերը կարող են ծռվել, հակառակ դեպքում՝ ներքին լրիվ անդրադարձման հաշվին լուսատարում մնացող լույսի քանակը կարող է պակասել ծռման տիրույթներում:

Շատ կարևոր է, որ սցինտիլյատորի և ալիքի երկարության փոխարկիչ ձողերի միջև մնա որոշակի օդային բացակ: Հակառակ դեպքում, համասեռ կերպով վերաճառազայթված, ըստ հաճախության շեղված լույսը, ներքին լրիվ անդրադարձման հաշվին չի մնա ալիքի երկարության փոխարկիչ ձողում: Այսպիսի

փոխարկման դեպքում անխուսափելի են լույսի զգալի կորուստները: Բնութագրական փոխարկման գործակիցը կազմում է 1-5%:

Այսպիսով լիցքավորված մասնիկները՝ մյուսն, էլեկտրոն և այլն, անցնելով սինցիյատորի միջով, իրենց էներգիայի մի մասը տալիս են այդ նյութի ատոմներին կամ մոլեկուլներին՝ գրգռելով նրանց: Գրգռված ատոմներն էլ իրենց հիմնական վիճակին անցնելով առաքում են լուսային քվանտներ: Միցիյատորում առաջացած լույսը ուղղվում է դեպի ֆոտոբազմապատկիչ, որից հետո ֆոտոբազմապատկիչի օգնությամբ լուսային բռնկումը վեր է ածվում էլեկտրական իմպուլսի, որն էլ ֆոտոբազմապատկիչի անոդից հաղորդվում է գրանցող սարքին: [1]

1.2 STAND

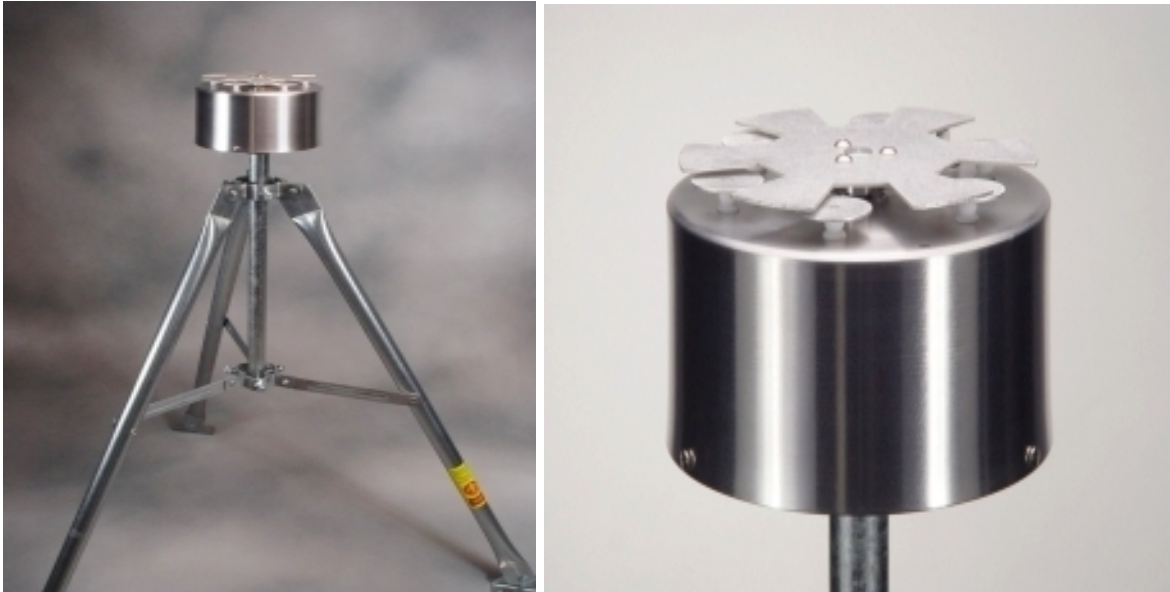
Stand-ը բաղկացած է 4 սցինտիլյացիոն հաշվիչներից, որից երեքը 1սմ հաստություն ունեն, իսկ մեկը 3սմ: Այս սցինտիլյացիոն հաշվիչները ունեն 1մ² մակերես: 1սմ սցինտիլյացիոն հաշվիչները դրված են իրար վրա, իսկ 3սմ դրված է դրանց կողքին: 1սմ սցինտիլյացիոն հաշվիչները բացի նրանց միջով անցնող մասնիկների քանակը հաշվելուց, հաշվում են նաև բոլոր հնարավոր համընկնումները: Այդ համընկնումներից կարելի է եզրակացություններ կատարել գրանցվող մասնիկների էներգիաների մասին: 3սմ սցինտիլյացիոն հաշվիչը ուղղակի գրանցում նրա միջով անցնող մասնիկները: Այդ սցինտիլյացիոն հաշվիչում գրանցվող մասնիկների էներգիայի շեմային արժեքը 3 մեՎ է: Այսինքն՝ 3 մեՎ-ից ցածր էներգիա ունեցող մասնիկները չեն գրանցվի նրա կողմից: Գրանցումը կատարվում է ամեն րոպե:

1.3 Boltek EMF-100

Ինչպես արդեն նշել ենք էլեկտրական դաշտի փոփոխությունը չափող Boltek EMF-100 սարքը (նկ. 2) տեղադրված է Արագածում, իսկ կայծակներ գրանցող Boltek Storm Tracker PCI Lighting Detection-ը (նկ. 11) Արագածում, Բյուրականում և Երևանում [c]:

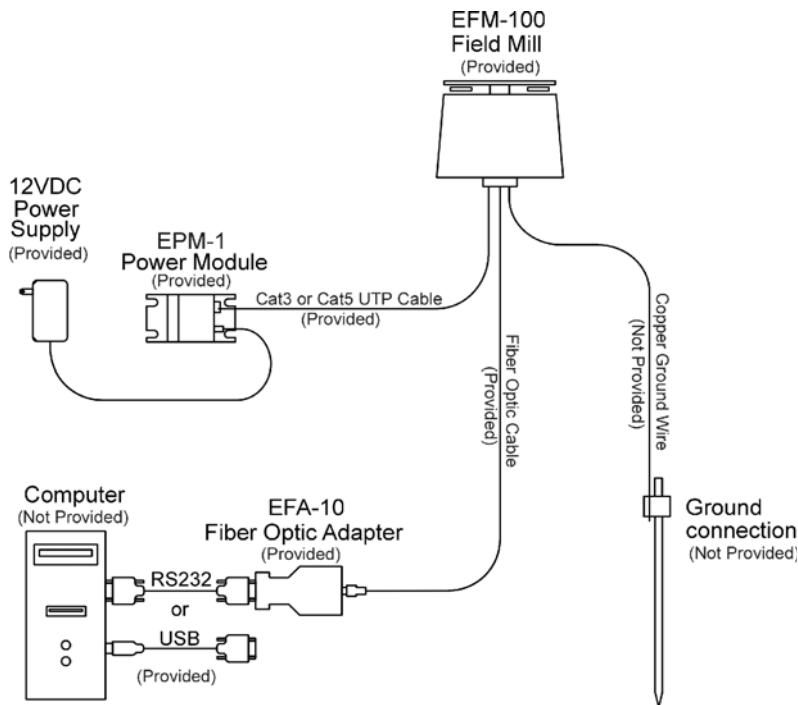
Մթնոլորտային էլեկտրական-դաշտը չափող այս սարքի պտուտակի միջոցով բացվում կամ փակվում են՝ էլեկտրոդները համապատասխանաբար թողնելով կամ

կանխելով արտաքին էլեկտրական դաշտի հոսքը դեպի սարք, ապա սարքի ներսում էլեկտրական դաշտի փոփոխության հետևանքով առաջացած պոտենցիալների տարբերությունից սարքը ազդանշան է տալիս: Այս ազդանշանը այնուհետև թվայնացվում է և թվային ազդանշանը տեղափոխվում է և գրանցվում համակարգչում: Տեղափոխում կատարվում է օպտիկամանրաթելային կաբելի միջոցով՝ կանխելով արտաքին միջամտությունները ամպրոպի ընթացքում:



Նկ. 2. Boltek EFM-100

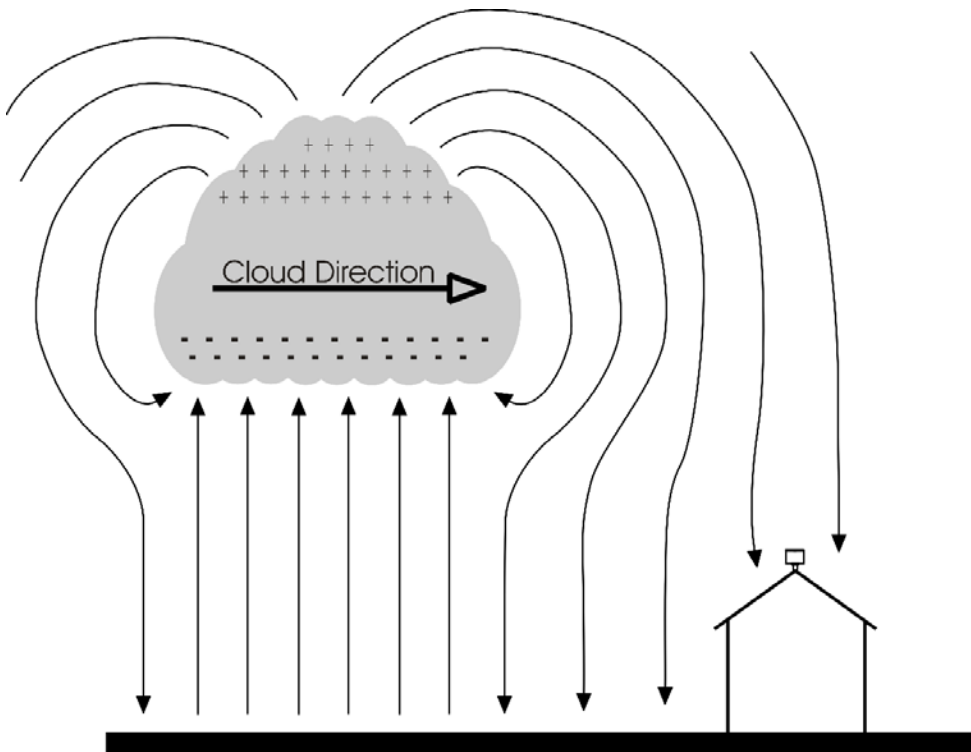
Նկ. 3 բերված է Boltek EMF-100 միացման գծանկարը : Այն կարելի է միացնել համակարգչին երկու ձևով՝ UTP կոչվող հաղորդալարի կամ օպտիկական մանրաթելի միջոցով,ինչպես նշվեց վերևում:



Նկ. 3. Boltek EMF-100 սարքի միացման գծանկարը

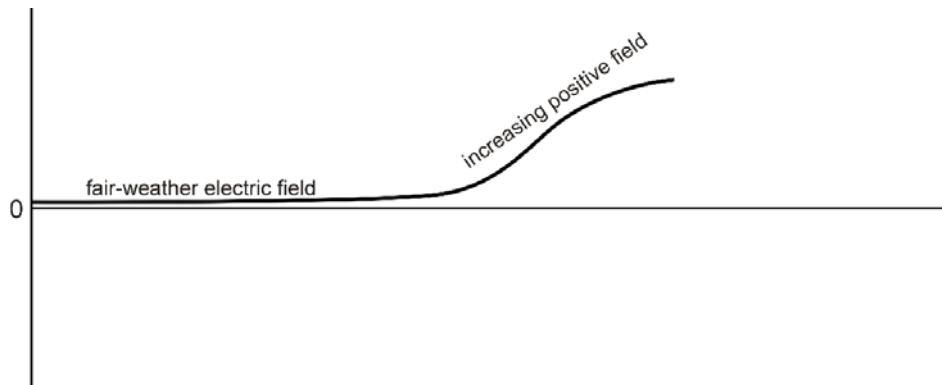
Այսպիսով, մենք չափում ենք Արագածի կայանի մոտ գտնվող ստատիկ էլեկտրական դաշտը ($+100\text{kV} / \text{մ}$) + -0.05kV/m ճշգրտությամբ: Համակարգի առավելագույն ընտրանքային տեմպը 100 գրանցում / վ: Բացի դրանից կա կորելացված անալոգային ելք, որը ապագայում, անհրաժեշտության դեպքում մենք մտադիր ենք օգտագործել որպես տրիգեր: Էլեկտրական դաշտի տվյալները ցուցադրվում են և գծագրված են գլխավոր համակարգչի վրա, որում առկա է ծրագրային ապահովման համակարգ: Ծրագրային ապահովման համակարգի միջոցով ներմուծվում է նաև մոտակա կայծակի ամսաթիվը, ժամը և հեռավորությունը, մինչև 38 կմ հեռավորության վրա: Այս ծրագրային ապահովման համակարգը մշակվել է գրանցված կայծակի ժամանակային տվյալները լոգ ֆայլի միջից հանելու համար:

Ներքևի նկարից (նկ. 4) երևում է ամպրոպային ամպի մոտենալու գործընթացը և սարքի կողմից գրանցված էլեկտրական դաշտի փոփոխությունը:



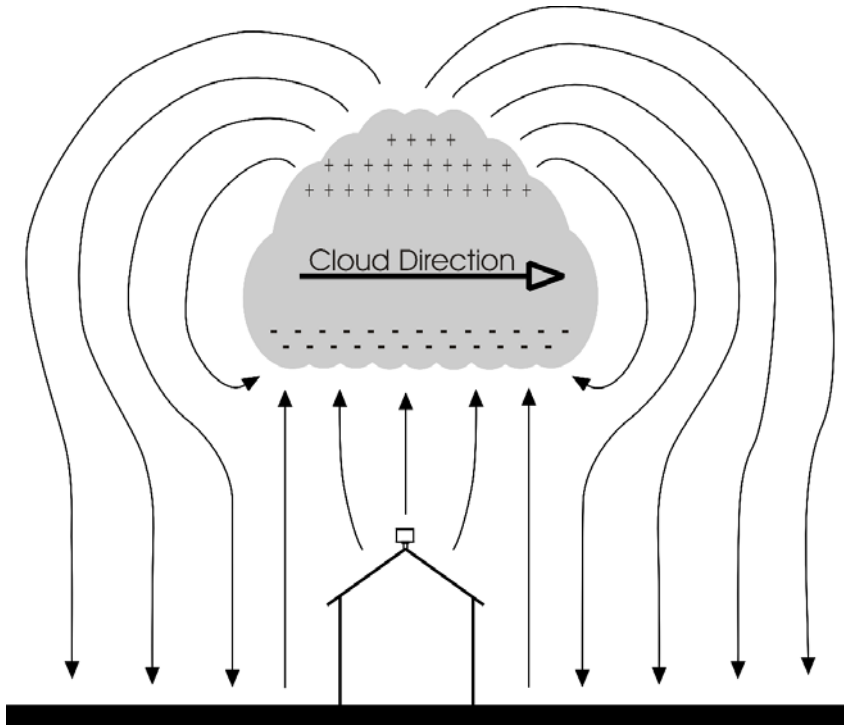
Նկ. 4. Ամպրոպային ամպը մոտենում է սարքին :

Հաճախ ամպրոպային ամպի մոտենալու առաջին նշանը դրական դաշտի ի հայտ գալն է, որից հետո, երբ ամպը շարժվում է արդեն սարքի գլխավերևում, դաշտը փոխակերպվում է բացասականի (նկ. 5):



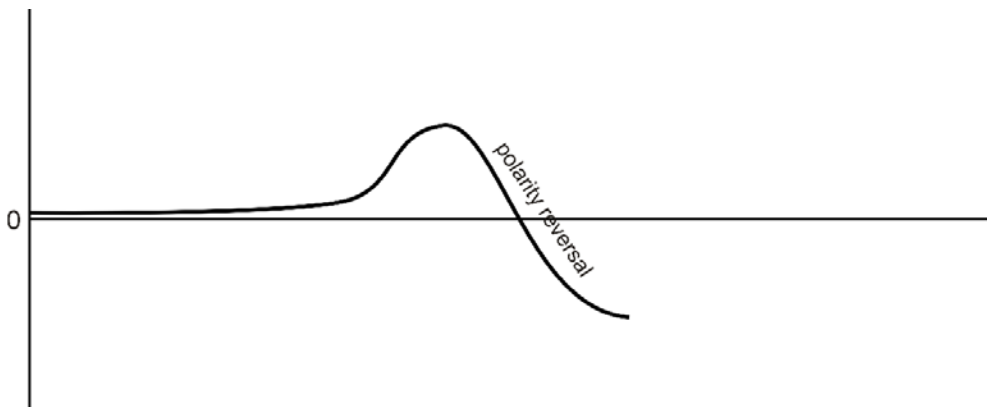
Նկ. 5. Ամպրոպային ամպի մոտեցման ժամանակ էլեկտրական դաշտը աճում է :

Ուղղակիորեն գլխավերևում գտնվող ամպրոպային ամպի միջոցով դաշտի թևեռականությունը հակադրվում է բացասական էլեկտրական դաշտին (նկ. 6):



Նկ. 6. Ամպրոպային ամպ գտնվում է սարքի հենց գլխավերևում

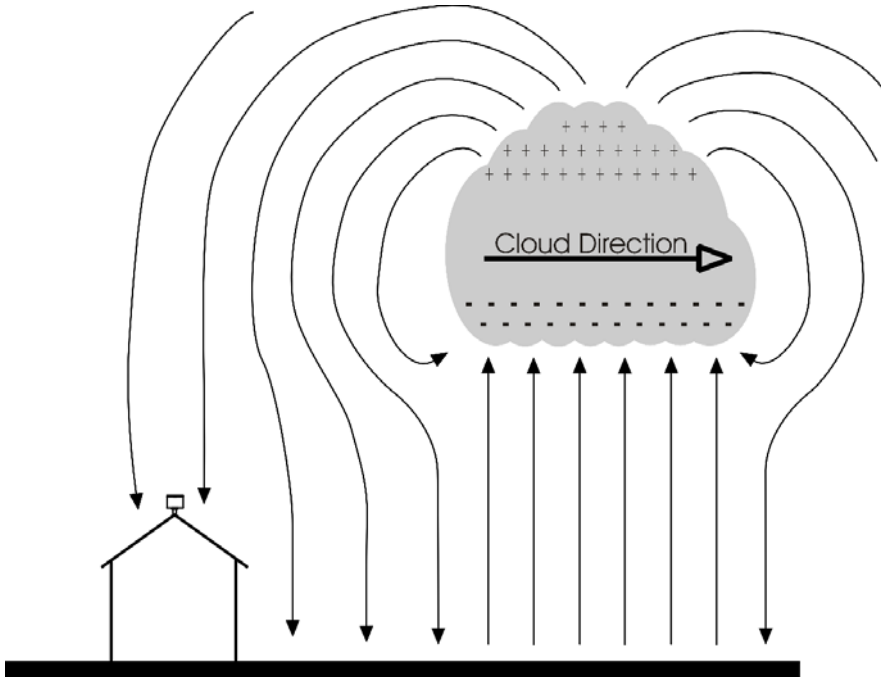
Այս դեպքում էլեկտրական դաշտը կրկին սկսում է նվազել (նկ. 7) :



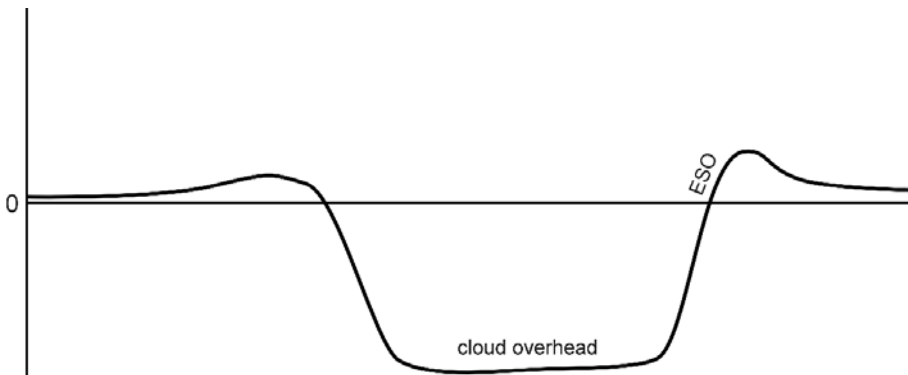
Նկ. 7. էլեկտրական դաշտի թևեռացվածությունը փոխվում է, երբ ամպը գտնվում է սարքի գլխավերևում

Նորմալ լավ եղանակի ժամանակ սարքը գրանցում է մոտ 0.1 կՎ / մ էլեկտրական դաշտ (երբ սարքի գլխավերևում գտնվող ամպը հեռանում է): Փոթորկի

ավարտից հետո դաշտի փոխակերպումը վերջանում է(նկ. 8,9), ասում են «Փոթորիկի տատանման վերջ» (ESO):



Նկ. 8. Անարոպային ամպը հեռանում է սարքից

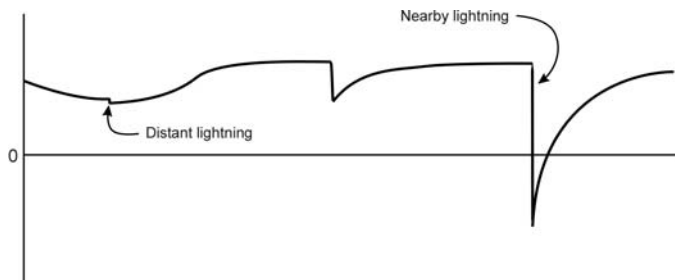


Նկ. 9. Փոթորիկի տատանման վերջ

Boltek EFM-100(նկ. 2) անարոպային ամպերի կողմից ստեղծված էլեկտրական դաշտը չափելու հետ մեկտեղ, գրանցում է նաև մոտակայքում հարվածած կայծակների թիվը: Կայծակը գրանցվում է որպես էլեկտրական դաշտի

հանկարծակի փոփոխության արդյունք: Երբ մոտակայքում կայծակ է լինում, միանում է սարքի ազդանշանը, այսինքն՝ սարքը անմիջապես արձագանքում է (նկ. 10):

Մոտիկ կայծակը ավելի մեծ դաշտային փոփոխություններ է կատարում, քան հեռու գտնվող կայծակը: EFM-100-ը կարող էք հայտնաբերել կայծակը մոտ 30 մղոն հեռավորության վրա:



Նկ.10. Էլեկտրական դաշտի մեծության քայլային փոփոխությունը կայծակի ժամանակ

1.4 Boltek Storm Tracker PCI Lighting Detection

Boltek Storm Tracker-ի ալեհավաքը փոքր սև արկղ է, որը կարող է տեղադրվել ներսում կամ դրսում (նկ. 11): Այն բաղկացած է մի խաչաձև հանգուցային մագնիսական և էլեկտրական դաշտային սենսորներից: Ալեհավաքը, որպես կանոն գետնից 10 կամ 20 մետր բարձրության վրա է տեղադրվում՝ հեռու մեծ մետաղական օբյեկտներից և էլեկտրական աղմուկի աղբյուրներից, ինչպիսիք են հեռուստացույցները և համակարգչային մոնիտորները: Ալեհավաքը շատ զգայուն է էլեկտրո-մագնիսական շփումների նկատմամբ: Շփման աստիճանը նվազեցնելու համար անհրաժեշտ է ալեհավաքը հնարավոր աղմկային աղբյուրներից բավականին հեռու տեղադրել: Դետեկտորը միայն կարճանագրի ազդանշան, երբ մոտակայքում էլեկտրական դաշտը կտրուկ փոփոխվի: Եթե ալեհավաքը ճիշտ է տեղադրված, ապա ազդանշան կլինի միայն կայծակի խփելու ժամանակ [c]:



Նկ. 11. Boltek Storm Tracker

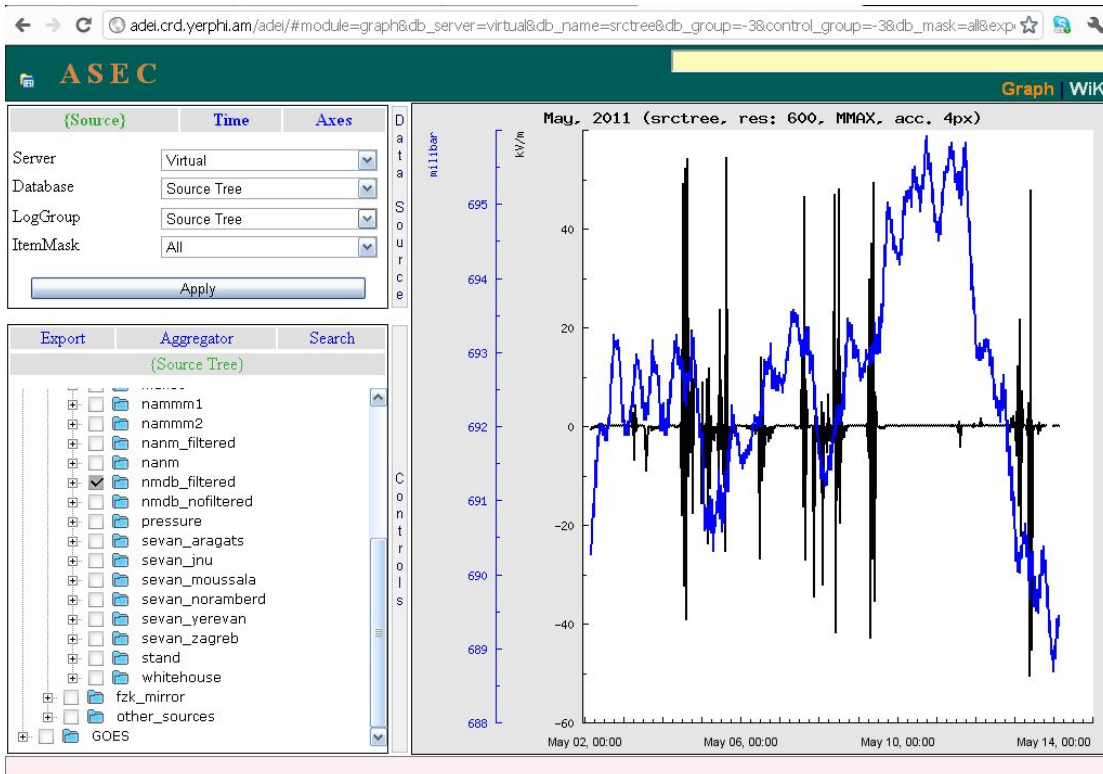
Կայծակի հարվածի ժամանակ, միլիվարկյանների ընթացքում Boltek Storm Tracker-ը տալիս է ձայնային ազդանշան և համակարգիչի վրա ստանում ենք կոորդինատները, տեսնում հարվածի վայրը: Boltek Storm Tracker կարող է նախազգուշացնել մոտ և ուժեղ ամպրոպների մասին: Եթե փոթորիկը գտնվել է ավելի մոտ, քան տրված տարածություն է կամ հարվածի արագությունը գերազանցում է որոշված սահմանը՝ Boltek Storm Tracker ներքին ձայնային ազդանշանի միջոցով ակտիվացնում է WAV ֆայլերի ծանուցագրերը:

Boltek Storm Tracker-ի տվյալները ունեն միլիվարկյանների ճշտություն, այսինքն մեկ վարկյանում սարքը կարող է կատարել էլեկտրական դաշտի մի քանի չափում, վերջինս շատ արագ է փոփոխվում: Սարքը բավականին ճշտությամբ տալիս է գրանցված կայծակների կոորդինատները, ինչպես նաև որոշում տեսակը՝ բացասական է, թե դրական, ներամպային, թե երկրային:

1.5. ADEI

ADEI (Advanced Data Extraction Infrastructure) [d] իրենից ներկայացնում է դինամիկ ծրագրային համակարգ, որի միջոցով հնարավորություն է տրվում հետաքրքրող ժամանանակահատվածում օնլայն տեսնել անհրաժեշտ տվյալները, ժամանակային շարքերը, պատկերել այդ տվյալների ժամանակային կախումները գրաֆիկորեն, ինչպես նաև ներբեռնել դրանք (Նկ. 12): ADEI-ին այն բացառիկ ծրագրային

համակարգերից է, որի միջոցով ընդամենը վարկյանների ընթացքում կարելի է տեսնել բավականին մեծ ժամանակահատվածում հետաքրքրող տվյալների ժամանակային կախվածությունը [d]:



Նկ. 12. ADEI (Advanced Data Extraction Infrastructure)

2. Կայծակներ

2.1. Ընդհանուր տեղեկություններ

Կայծակը կայծային էլեկտրական պարպում է մթնոլորտում՝ ամպերի կամ ամպի և երկրի միջև: Սովորաբար դրսևորվում է պայծառ լույսի բռնկումով և ուղեկցվում որոտով: Կայծակի էլեկտրական բնույթը բացահայտել է ամերիկացի ֆիզիկոս Ֆրանկլինը, որի առաջարկով կատարվեց փորձ, որի ժամանակ պիտի ամպրոպային ամպերից առանձնացվեր էլեկտրականություն: Այս փորձը հայտնի է որպես կայծակների էլեկտրական բնույթը պարզաբանող փորձ:

Կայծակի միջին երկարությունը 2,5 կմ է, որոշ պարպումներ տարածվում են մթնոլորտում մինչև 20 կմ-ի վրա: Առավել հաճախ կայծակներ առաջանում են

կուտակա-անձրևային ամպերում: Այդ դեպքում այն անվանում են ամպրոպ: Երբեմն կայծակը առաջանում է շերտավոր-անձրևային ամպերում ինչպես նաև հրաբխային ժայթքումների ժամանակ:

Կայծակին ուղեկցող որոտի առաջացման բացատրությունը հետևային է. էլեկտրական հոսանքի արագ աճի պատճառով կայծակի անցուղու ներսում օդը խիստ տաքանում է և արագ ընդարձակվում: Հոսանքի հանկարծակի ընդհատումից հետո ջերմաստիճանը կայծակի անցուղում ընկնում է , քանի որ ջերմությունը հաղորդվում է մթնոլորտին. անցուղին արագ սառչում է, օդը կտրուկ սեղմվում, որի հետևանքով առաջանում են ձայնային ալիքներ:

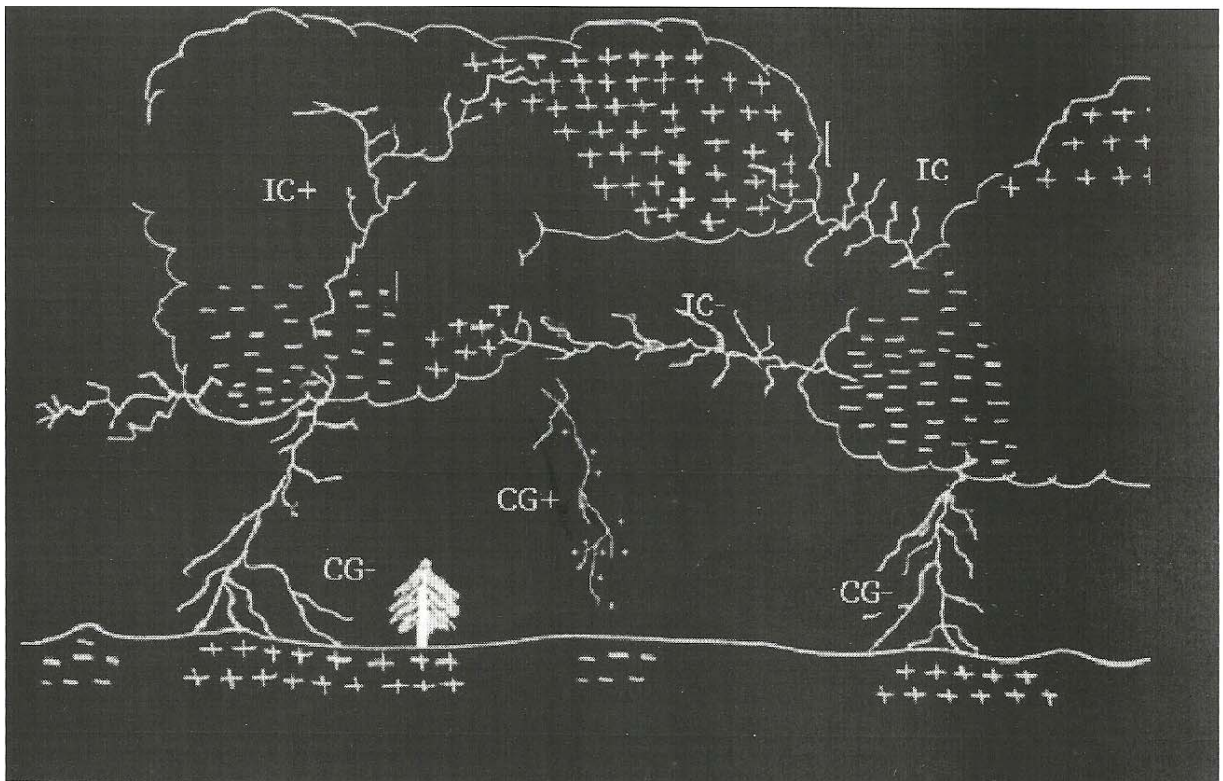
Կայծակները լինում են գծային, գնդային և օղածև:

Ավելի հաճախ հանդիպում են գծային կայծակներ որոնք դասվում են այսպես կոչված անէլեկտրոնային պարպմանը, քանի որ դրանք սկսվում են լիցքավորված մասնիկների կուտակումով: Սա բացատրում է մի հատկություն, որով տարբերվում են կայծակները և էլեկտրոնների միջև պարպումը: Գծային կայծակի երկարությունը հասնում է մի քանի կմ-ի, տևողությունը՝ 10-4 վրկ-ի, հոսանքի ուժը՝ 100 կա:

Գնդային կայծակի բնույթը դեռևս բացահայտված չէ: Կայծակի ավերիչ հետևանքներից պաշտպանվելու համար կիրառվում են շանթարգելներ:

Կայծակները առաջանում են համեմատաբար թույլ էլեկտրական դաշտերում, քան միջէլեկտրոդային դաշտն է [b]:

Ուսումնասիրված են ամպրոպային ամպերի մեջ առաջացող կայծակները, որոնք լինում են ներամպերային (IC+-) և երկրային կայծակներ (GC+-)՝ բացասական կամ դրական (նկ.13):



Նկ. 13. Կայծակների տիպերը

Կայծակի առաջացման համար անհրաժեշտ է, որ ամպերի համեմատաբար փոքր (բայց կրիտիկականից ոչ շատ փոքր) ծավալում առաջանա էլեկտրական դաշտ այնպիսի լարվածությամբ, որը կբավականեցնի էլեկտրական պարպում ստեղծելուն, իսկ մնացած մասում գոյություն ունենա դաշտ միջին լարվածությամբ՝ բավական սկսված պարպումը/01-02մվ/ պահելու համար:

Կայծակում ամպի էլեկտրոնային էներգիան վերածվում է ջերմային և լուսային էներգիաների [a] :

Ինչպես նշվեց, էլեկտրականությունը, տարածվելով մթնոլորտում, արագ տաքանում է և ընդարձակում օդը՝ առաջացնելով ամպրոպին բնորոշ ձայն:

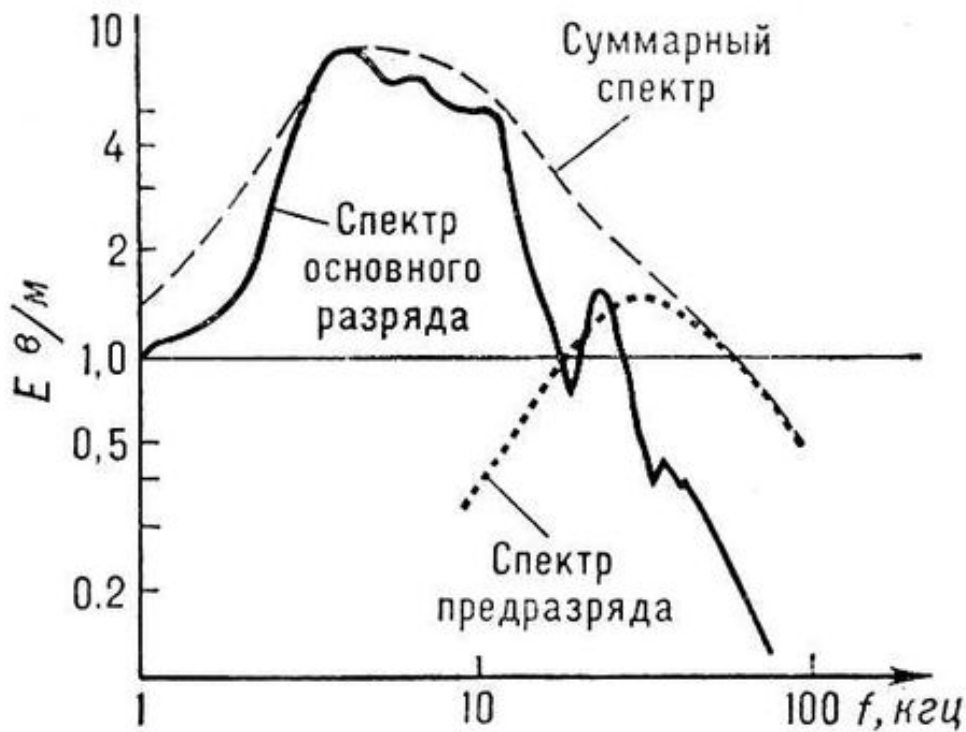
Առաջին պրոցեսը, որը կատարվում է կայծակի առաջացման ժամանակ, ամպի ներսում դրական և բացասական լիցքերի բաժանումն է: Սառցե բյուրեղիկները կուտակա-անձրևային ամպի ներսում իրար հետ շփվում են ուժեղ վերամբարձ հոսքերի միջոցով՝ այդ կերպ ստեղծելով ուժեղ ստատիկ լիցք: Դրական լիցքավորված բյուրեղները, ինչպես կարգն է , բարձրանում են ամպի վերին

հատվածները՝ ստեղծելով ստատիկ դրական լիցք, իսկ բացասական լիցքավորված բյուրեղները իջնում են ամպի միջին և ստորին հատվածները՝ ստեղծելով բացասական ստատիկ լիցք: Այն կուտակա-անձրևային ամպերը, որոնցում բավական քանակի սառցե բյուրեղներ չկան, սովորաբար չեն կարողանում ստեղծել կայծակի առաջացման համար անհրաժեշտ քանակությամբ ստատիկ էլեկտրական լիցք:

Երկրորդ պրոցեսի էությունը կայանում է նրանում, որ դրական լիցքեր են ստեղծվում երկրի վրա՝ ամպի տակ: Սովորաբար երկիրը մթնոլորտի նկատմամբ լիցքավորված է բացասական: Բայց ամպրոպի ժամանակ ամպի տակ կուտակված բացասական էլեկտրական լիցքը դրական լիցք է մակածում երկրի մակերևույթի վրա՝ ամպի տակ, մի քանի կիլոմետր շառավղով, այդ թվում ծառերի և բարձր շենքերի վրա: Եթե զգում եք, որ կայծակի ժամանակ ձեր մազերը կանգնում են, ապա պետք է զգուշանալ: Ամպի բացասական լիցքերը ձեր մարմնից դրական լիցքերը կուտակում է մարմնի վերևի մասում և կայծակը կարող է ձեզ հարվածել:

Երրորդ պրոցեսը կայծակի առաջացումն է: Բավարար դրական և բացասական լիցքերի կուտակման դեպքում ամպերի ներսում կան երկրի և ամպերի միջև էլեկտրական պարպում է տեղի ունենում [e]:

Կայծակների կողմից ստեղծվում են ռադիոալիքներ: Ռադիոալիքները ստեղծում են էլեկտրական ազդանշաններ, այսպես կոչված մթնոլորտիկներ: Երկրի մակերևույթին մոտ 1վրկ-ում տեղի են ունենում միջինում մոտ 100 կայծակ: Այդ պատճառով երկիր մոլորակի ամեն կետում գործնականորեն կարելի է անընդհատ գրանցել մթնոլորտիկներ: Կայծակի պարպումը ունի երկու փուլ՝ նախապարպում և հիմնական պարպում: Հիմնական պարպումը ճառագայտում է գերերկար ալիքներ, իսկ նախապարպումը՝ երկար և միջին ալիքներ և նույնիսկ կարճ ալիքներ: Եթե մթնոլորտիկները ստեղծվում են մոտիկ ամպրոպների միջոցով, ապա նրանց սպեկտրը որոշվում է միայն ամպրոպային պարպման ճառագայթման միջոցով: Եթե ամպրոպները հեռու են, ապա սպեկտրը որոշվում է նաև ռադիոալիքների տարածմամբ՝ ամպրոպից մինչ ընդունիչը (նկ.14):



Նկ. 14. Կայծակի պարպման ժամանակ արձակվող ռադիոալիքների սպեկտորը: Անընդհատ կորը համապատասխանում է հիմնական պարպմանը, կետ-գծերովը՝ նախապարպմանը, իսկ կետայինը՝ գումարային սպեկտորին:

2.2 Բացասական կայծակներ

Սովորաբար կայծակի բռնկումը սկսվում է, երբ անտեսանելի բացասական լիցքով լիցքավորված աստիճանային լիդերի հարվածը սկսվում է ամպից: Երբ դա տեղի է ունենում, երբ դրական լիցքով լիցքավորված գետնից կամ ամպից արձակվում է դրական լիցքով լիցքավորված հոսանք [b]:

Երբ լիդերն ու հոսանքը հանդիպում են, էլեկտրական լիցքաթափումը (պարպումը) անցնում է հոսանքով ամպի մեջ: Այս պատասխան հարվածը կայծի ամենաալուսավոր մասն է և այն մասը, որը իսկապես տեսանելի է:

Կայծակի հիմնական հարվածները սովորաբար քառորդ վայրկյաններ են տևում:

Երբեմն մի քանի հարվածներ վեր ու վար են տանում այդ միևնույն լիդերի հարվածը՝ առաջացնելով առկայծող էֆֆեկտ: Որոտը առաջանում է, երբ այդ

հարվածի շուրջ պարպումը արագորեն գերտաքացնում է օդը, որի հետևանքով հարվածային կայծակ է առաջանում, որը պետք է դուրս արձակվի:

2002թ. հրատարակված հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ յուրաքանչյուր հարվածած կայծակը նաև միանման, բայց ավելի թույլ էլեկտրոդինամիկ իմպուլս է առաջացնում մեզոսֆերայում, որը երկրից և թերմոսֆերայից 50-80կմ(31-53 մղոն) հեռավորության վրա է գտնվում:

Այս տեսակի կայծակը հայտնի է որպես բացասական կայծակ, որը պայմանավորված է ամպերից եկող բացասական լիցքերի պարպմամբ և կազմում է բոլոր կայծակների 95%-ը (նկ.1):

Վիճակագրության համաձայն բացասական կայծակի միջին հարվածը պարունակում է 30 կիլոամպեր հոսանք և հաղորդում է 5 կուլոն լիցք, մոտ 100 մեգավոլտ պոտենցիալների տարբերություն ունի և մի քանի միլիվայրկյան է տևում :

2.3 Դրական կայծակներ

Դրական կայծակները կազմում են բոլոր կայծակների 5%-ը: Դրական կայծակներ են առաջանում , երբ լիդերը ձևավորվում է ամպերի վերին մասից, որի արդյունքում դրական լիցքերի ստրիմերը (հոսքը) արտահոսում է երկրից /թե դեպի երկիր/ [b] : Ընդհանուր երևույթը իրենից ներկայացնում է դրական լիցքերի պարպում երկրի վրա:

Ուսումնասիրությունները, որոնք կատարվել են դրական կայծակների հայտնաբերումից հետո 1970-ական թվականներին, ցույց են տվել, որ դրական կայծակները, որպես կանոն 6-ից 10 անգամ ավելի հզոր են, քան բացասական կայծակները և տևում են 10 անգամ ավելի երկար և կարող են հարվածել ամպից շատ ավելի հեռու: Դրական կամ լուսային կայծակի հարվածների ժամանակ առաջանում են մեծ թվով ELF և VLF ռադիոալիքներ: Արդյունքում դրական կայծակների հարվածները նշանակալիորեն ավելի վտանգավոր են: Շատ դեպքերում դրական կայծակները անտառային հրդեհների առաջացման պատճառ են հանդիսանում: Դրական կայծակները, ինչպես նկատվել է, առաջանում են մթնոլորտի վերին շերտերում: Որպես կանոն դրանք ավելի հաճախ առաջանում են ձմեռային փոթորիկների ժամանակ, ինչպես նաև ամպրոպից հետո (նկ.1):

Հիմք ընդունելով մեծ թվով չափումները, ստատիստիկան ցույց է տալիս, որ դրական կայծակի միջին հարվածը անցկացնում է $3 \cdot 10^5$ ամպեր հոսանք, տալիս է մինչև 300կուլոն լիցք, պոտենցիալների տարբերությունը մինչև 1ԳՎ և տևում է 10-100մվրկ:

2.5 Ներամպային կայծակներ

Այսպիսի կայծակները սովորաբար իրենց մեջ ներառում են լիդերային փուլեր: Նրանց երկարությունը տատնվում է 1-ից 150կմ: Ներամպային կայծակների թիվը աճում է դեպի հասարակած շարժվելիս: Կայծակը ուղեկցվում է էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի փոփոխությամբ և ռադիո ալիքների արձակմամբ (ռադիոճառագայթմամբ), այսպես կոչված մթնոլորտիկերով (նկ.1) :

Կայծակի հարվածի հավանականությունը երկնային առարկաներին աճում է կախված առարկայի բարձրությունից և հողի մակերևույթին կամ ինչ-որ խորության վրա էլեկտրահաղորդականության մեծացմամբ : Սրանց վրա է հիմնված շանթարգելների ստեղծումը: Եթե ամպում գոյություն ունի պարպումը պահելու համար բավական էլեկտրական դաշտ, բայց ոչ բավարար նրա առաջացման համար, ինիցիատորի /<<նախաձեռնող>>/ դեր է խաղում երկար մետաղական լարը կամ ինքնաթիռը՝ հատկապես, եթե այն ուժեղ էլեկտրականապես լիցքավորված է:

2.4 Երկրային կայծակներ

Այսպիսի կայծակների առաջացումը իրականանում է մի քանի փուլերից: 1-ին փուլում այն հատվածում, որտեղ էլեկտրական դաշտը հասնում է իր կրիտիկական արժեքին, սկսվում է հարվածային իոնիզացիան, որը սկզբում ստեղծվում է ազատ լիցքերի կողմից (որոնք միշտ էլ շատ են օդում) և էլեկտրական դաշտի ազդեցության ներքո ձեռք են բերում նշանակալի արագություն երկրի ուղղությամբ՝ և բախվելով օդում գտնվող մոլեկուլների հետ իոնիզացնում են այն (նկ.1):

Ավելի ժամանակակից պատկերացումների համաձայն պարպում առաջացնում են բարձր էներգիայով տիեզերական ճառագայթները:

Այս ձևով առաջանում են էլեկտրոնային հեղեղները՝ էլեկտրական պարպման գծին անցնող ստրիմերները, որոնք իրենցից ներկայացնում են լավ փոխանցող կանալներ, որոնք միաձուլվելով տալիս են կայծակի աստիճանային լիդերի՝ բարձր հաղորդականությամբ պայծառ թերմոիոնիզացված կանալի սկիզբը :

Լիդերի շարժումը դեպի երկրային մակերևույթ տեղի է ունենում մի քանի տասնյակ մետր քայլերով 50.000կմ/վ, որից հետո նրա շարժումը կանգնում է մի քանի տասնյակ միլիվարկյանով, իսկ հրացուլքը ուժեղ թուլանում է : Հաջորդ քայլին լիդերը կրկին շարժվում է մի քանի տասնյակ մետր: Վառ լուսարձակումը ընդգրկում է բոլոր անցած քայլերը (փուլերը), իսկ հետո կրկին կանգառ և լուսարձակման թուլացում : Այս պրոցեսները կրկնվում են լիդերի շարժման ժամանակ՝ մինչ երկրի մակերևույթ հասնելը 200.000մ/վ արագությամբ:

Դեպի երկրի մակերևույթ լիդերի շարժման ժամանակ էլեկտրական դաշտի լարվածությունը լիդերի ծայրին ուժեղանում է և դրա ազդեցության տակ երկրի մակերևույթին դուրս ցցված առարկաններից արտանետվում են լիդերին միախառնվող պատասխան ստրիմերներ:

Եզրափակող փուլում լիդեր իոնիզացված կանալով առաջանում է հակառակ (ներքևից վերև) կամ կայծակի գլխավոր ուղղությամբ պարպում, որը բնութագրվում է 10-ից 1000 ամպեր հոսանքով , պայծառությամբ, արագությունը սկզբում հասնում է 100.000կմ/վ՝ վերջում նվազելով մինչև 10.000կմ/վ: Գլխավոր պարպման ժամանակ ջերմաստիճանը կանալում կարող է գերազանցել $t=25000^{\circ}\text{C}$:

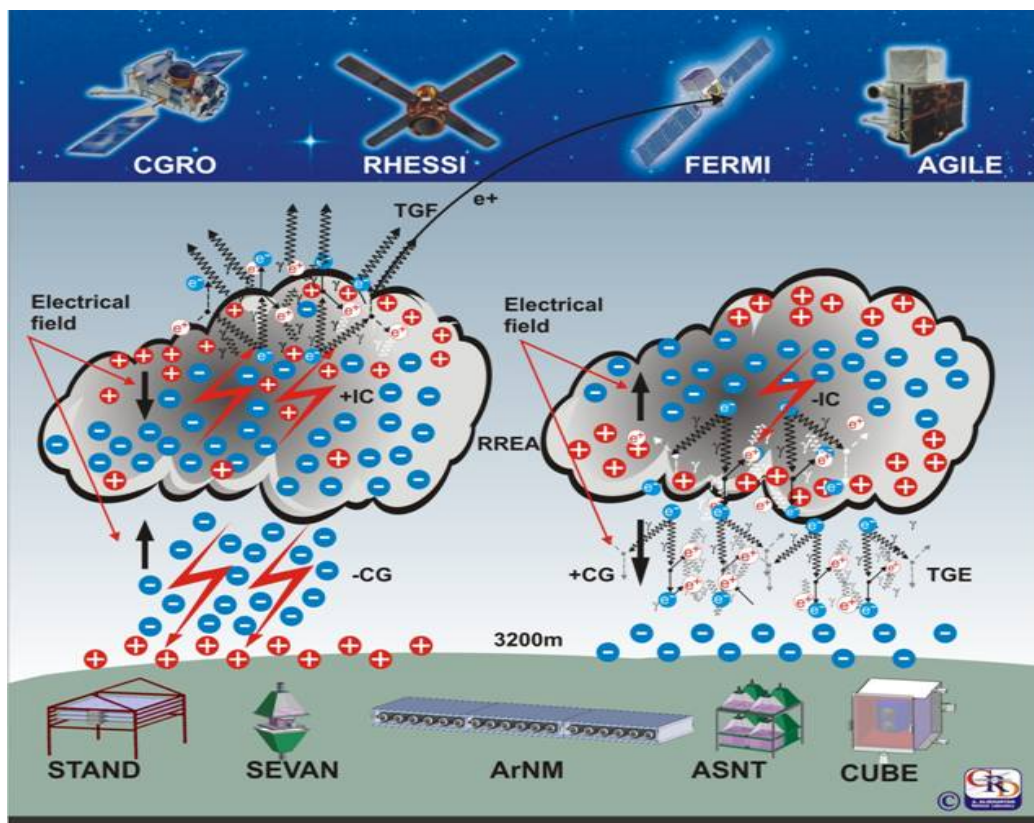
Կայծակի երկարությունը կարող է լինել 1-ից մինչև 10կմ, տրամագիծը մի քանի սմ: Վերջին փուլում կայծակի հոսանքը կարող է մինչև վարկյանի 100-րդ և նույնիսկ 10-րդ մասին հավասար ժամանակ՝ հասնելով մինչև 1000 ամպերի: Այսպիսի կայծակները անվանում են ձգված և, վերջիններիս պատճառով հաճախ առաջանում են հրդեհներ:

Գլխավոր պարպումը երբեմն լիցքաթափում է ամպերի մի մասը : Լիցքերը, որոնք գտնվում են մեծ բարձրությունների վրա կարող են տալ նոր նետանման լիդերի սկիզբ: Երբ այդպիսի լիդերը հասնում է երկրի մակերևույթին, նրան հետևում է երկրորդ գլխավոր հարվածը , առաջինին շատ նման: Սովորաբար կայծակ իր մեջ ներառում է մի քանի կրկնվող պարպումներ, բայց նրանց թիվը կարող է հասնել մի քանի տասնյակի: Միանգամյա կայծակի տևողությունը կարող է գերազանցել 1վ:

Քամու միախառնումը բազմաքանակ կայծակի կանալի հետ առաջացնում է այսպես կոչված ժապավենային կայծակ՝ լուսարձակող շերտ (շիկնած շերտագիծ):

3. Աշխատանքի արդյունքները

Ուսումնասիրությունները կատարվել են 2010 թվականի հոկտեմբեր ամսվա ընթացքում ստացված տվյալների հիման վրա: Այս ամսվա ընթացքում դիտվել է ավելի քան մեկ տասնյակ դեպքեր՝ մասնիկների հոսքի և էլեկտրական դաշտի փոփոխության, որոնք ուղեկցվել են ամպրոպներով, քամիներով և անձրևներով:



Նկ.15. Երկրային գամմա ճառագայթների բռնկման և երկրային ամպրոպների համաչափությունը

Ամպրոպային եղանակի ժամանակ ամպի ներսում էլեկտրական դաշտը տարբերվում է ամպի և երկրի մակերևույթի միջև էլեկտրական դաշտից (նկ. 15): Ներամպային ուժեղ էլեկտրական դաշտը պատճառ է հանդիսանում մեծ էներգիայով էլեկտրոնների հոսքի, հետևաբար, նաև, գամմա ճառագայթների և նեյտրոնների: Կայծակների ժամանակ մասնիկների ուժեղ հոսքը հայտնաբերվել է Արագածում

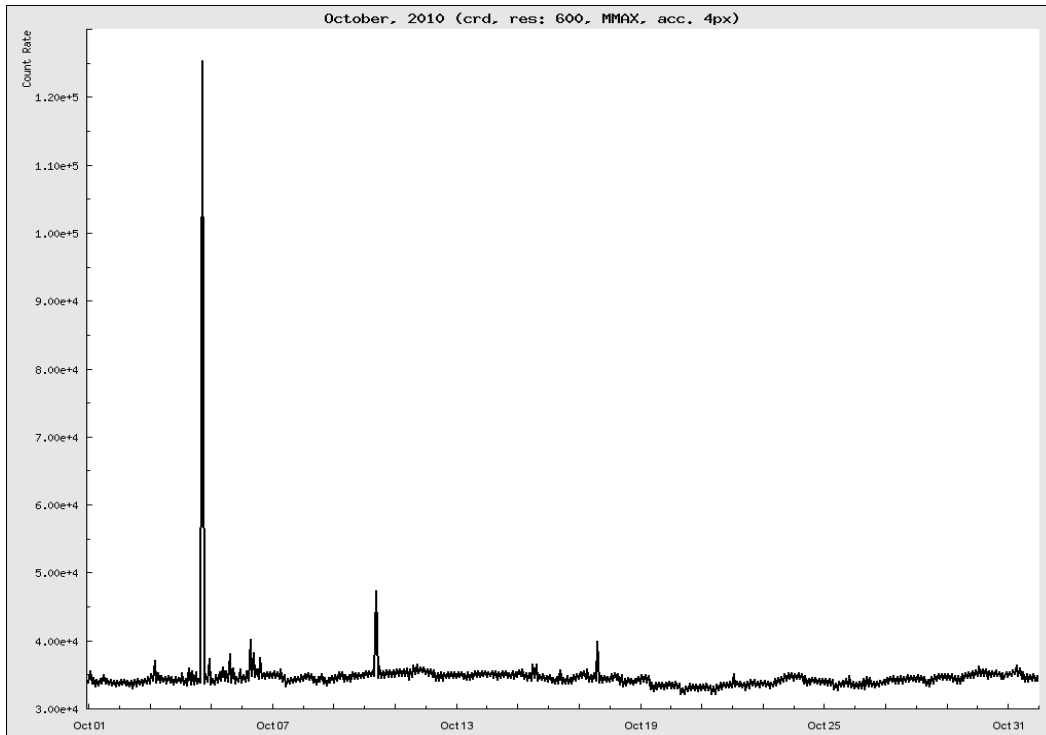
տեղադրված դետեկտորների գրանցած տվյալների հիման վրա:

Հզոր էլեկտրական դաշտերը ամպրոպային ամպերում առաջացնում են բարձր էներգիայի էլեկտրոնների հոսքեր և հետևաբար՝ գամմա ճառագայթներ և նեյտրոններ: Գամմա ճառագայթները և էլեկտրոնները ներկայումս գրանցվում են ցածր ուղեծրային արբանյակների սարքավորումների և Երկրի մակերևույթին տեղակայված տարրական մասնիկների դետեկտորների ցանցերի կողմից: Ամպրոպային ակտիվության հետ կապված մասնիկների ինտենսիվ հոսքերի ընթացքում մասնիկների մի շարք արտանետումներ գրանցվեցին Արագածի Տիեզերական Միջավայրի Կենտրոնի տարրական մասնիկներ գրանցող դետեկտորների կողմից՝ 3250 մ. բարձրության վրա:

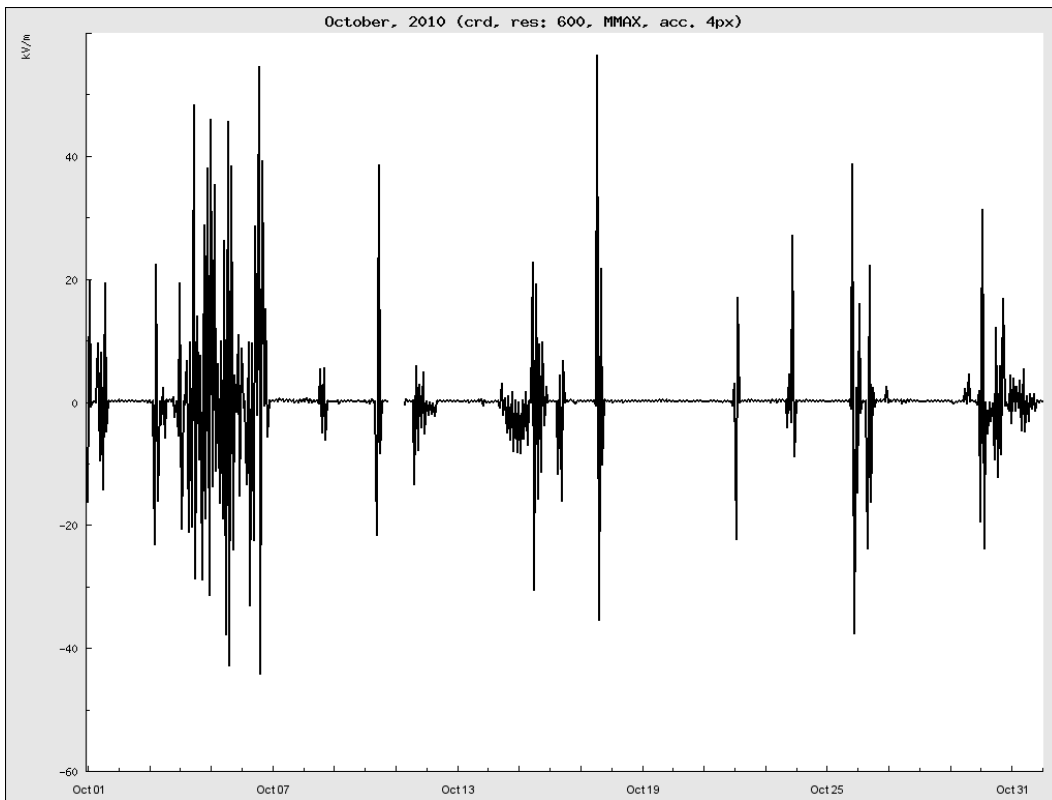
Տարրական մասնիկների քանակի՝ ամպրոպային ակտիվության հետ կապված աճերը մենք դասակարգում ենք 2 կարգի, որոնցից մեկի տևողությունը միկրովայրկյաններ է, իսկ մյուսինը՝ տասնյակ բոպեններ: Երկու դեպքերն էլ կարող են տեղի ունենալ միևնույն ժամանակ, համընկնելով ամպի և գետնի միջև հզոր բացասական էլեկտրական դաշտի հետ, ինչպես նաև բացասական միջամպային կայծակի հետ: Ամպրոպային կարճատև վերգետնյա աճի բռնկման մոդելի վիճակագրական վերլուծությունը ցույց տվեց, որ վերջինիս տևողությունը 50 միկրովայրկյանից փոքր է և փովածությունը 1000 մ²-ուց մեծ է : Մենք քննարկում ենք ամպրոպային վերգետնյա աճերի ծագումը և դրանց կապը երկրային գամմա բռնկումների հետ՝ գրանցված գամմա ճառագայթների ուղեծրային աստղադիտարանների կողմից:

Նկ. 16-ում բերված է հոկտեմբեր ամսին Stand-ի կողմից գրանցված մասնիկների հոսքի փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում: Ինչպես տեսնում ենք մասնիկների առավելագույն քանակը գրանցվել է հոկտեմբերի 4-ին : Այդ օրվա ընթացքում դիտվել են էլեկտրական դաշտի շատ կտրուկ փոփոխությունները՝ բացասական արժեքից դեպի դրական և հակառակը (նկ. 17): Մակայն ինչպես երևում է նաև ստորև բերված աղյուսակից մասնիկների առավելագույն հոսքի ժամանակ դաշտը շատ կտրուկ չի փոփոխվել: Դաշտի փոփոխությունը ամբողջ ամսվա ընթացքում առավելագույնը դիտվել է հոկտեմբերի 6-ին 14: 30 սահմաններում, որի ժամանակ էլ մասնիկների կտրուկ աճը առավելագույն արժեքին չի հասել(նկ. 18) :

Ամբողջ ամսվա ընթացքում առավելագույն քանակությամբ կայծակներ գրանցվել են ամսի 22-ին՝ 1884 կայծակ , որից միայն 1883-ը ներամպային բացասական կայծակներ են: Այսինքն՝ ամպի ներսում էլեկտրական դաշտը ուժեղ փոփոխվել է:





Նկ. 16. Հոկտեմբեր ամսին Stand մոնիտորի գրանցած տվյալները ներկայացված գրաֆիկորեն



Նկ. 17. Հոկտեմբեր ամսվա ընթացքում էլեկտրական դաշտի փոփոխությունը:

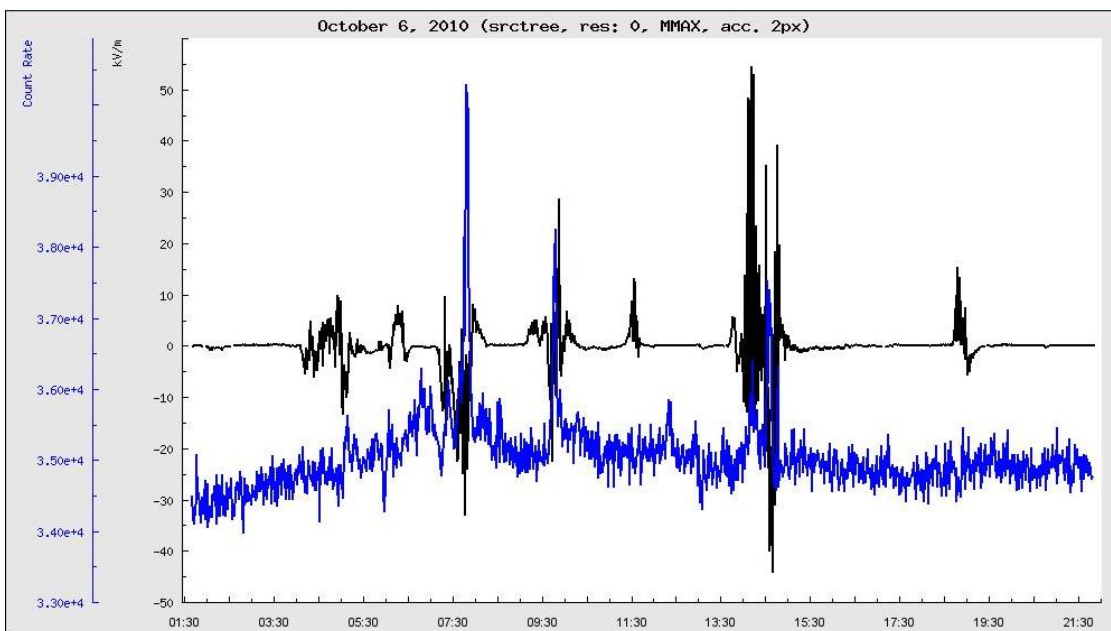
Աղյուսակ 1

Events	t	Δt			All	IC-	IC+	GC-	GC+
01.10	00:55	8	1366	35.4	16	16	0	0	0
01.10	10:01	20	520	16.8	0	0	0	0	0
01.10	12:31	13	890	33.3	0	0	0	0	0
03.10	04:32	15	2900	45.1	67	67	0	0	0
03.10	04:42	14	2050	26	2	2	0	0	0
03.10	06:29	6	720	25	120	120	0	0	0

04.10	00:28	10	1120	39.7	0	0	0	0	0
04.10	06:33	8	2000	28.1	1	1	0	0	0
04.10	08:36	18	1470	30.1	72	67	4	1	0
04.10	11:58	26	1440	76.5	18	6	8	4	0
04.10	18:23	9	90400	57	34	24	8	1	2
04.10	20:32	17	1000	55.4	56	33	14	8	1
04.10	20:41	15	970	37.5	30	11	9	7	3
04.10	22:10	13	1420	69	264	118	77	54	15
04.10	22:46	12	3010	76.8	85	41	23	8	13
05.10	03:11	26	1200	45.7	24	6	8	10	0
05.10	08:26	7	1590	22.9	1	1	0	0	0
05.10	11:00	12	1070	46.1	252	126	67	54	5
05.10	11:32	6	1350	43	38	10	15	9	4
05.10	13:35	19	3620	8.78	451	189	122	122	18
05.10	16:05	27	1490	61.8	111	30	50	27	4
	16:15		1500						
05.10	22:35	12	1380	26.1	0	0	0	0	0

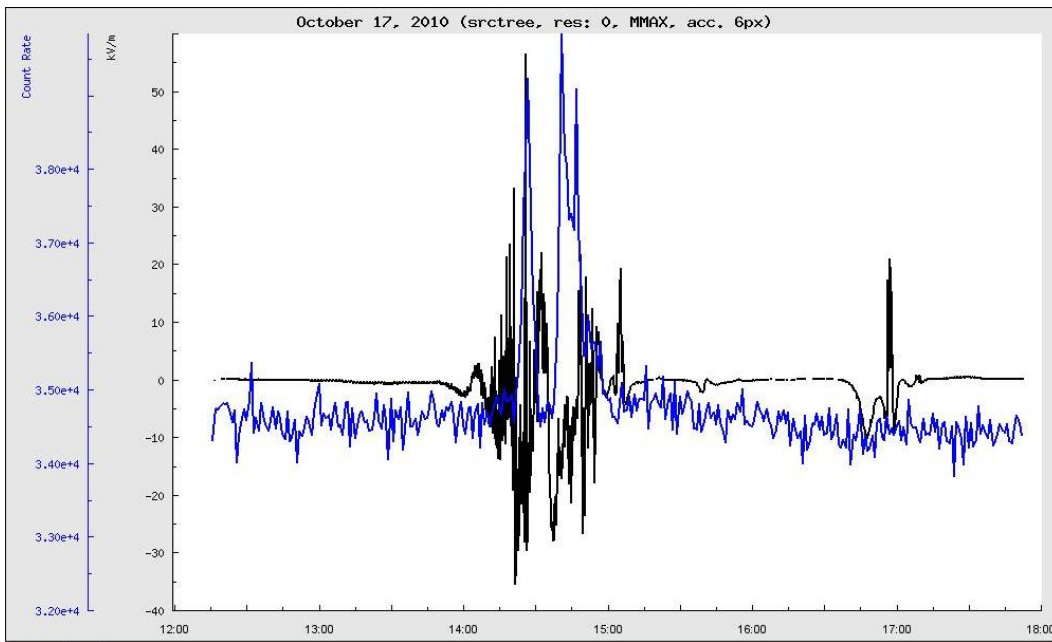
06.10	07:49	24	5510	42.6	27	26	1	0	0
06.10	09:47	10	3090	51	2	1	0	0	0
06.10	14:12	15	1300	72	35	10	6	17	2
06.10	14:33	11	2700	98	92	43	21	22	6
10.10	10:20	8	12210	60	6	6	0	0	0
15.10	12:08	7	2020	52.8	32	32	0	0	0
15.10	13:41	13	1600	33	3	3	0	0	0
16.10	08:42	13	1640	20	0	0	0	0	0
17.10	14:27	11	4400	91.5	38	23	5	9	1
17.10	14:41	19	5040	48.7	155	145	4	6	0
22.10	01:15	12	1700	38.8	1884	1883	0	0	1
25.10	21:01	22	1300	79	261	250	11	0	0
26.10	09:09	26	1560	45.5	0	0	0	0	0
30.10	00:55	13	1090	55	0	0	0	0	0
30.10	01:13	11	1150	33	0	0	0	0	0
30.10	01:33	16	1000	27	0	0	0	0	0
30.10	01:53	7	750	54.5	4	1	0	3	0

Աղյուսակում 1. բերված են այդ ժամանակահատվածում տեղի ունեցած երևույթները լուսաբանող որոշակի պարամետրեր: Էլեկտրական դաշտի կտրուկ փոփոխությունների ժամանակ, որոշակի Δt ժամանակահատվածում նկատվել է մասնիկների հոսքի փոփոխություն, որը երբեմն ուղեկցվել է պարպումներով՝ կայծակներով: Ինչպես նշվեց կայծակները լինում են 4 տիպի դիտարկված ժամանակահատվածում, ինչպես նաև սովորաբար առավելություն ունեն ներամպային բացասական կայծակները (IC-):

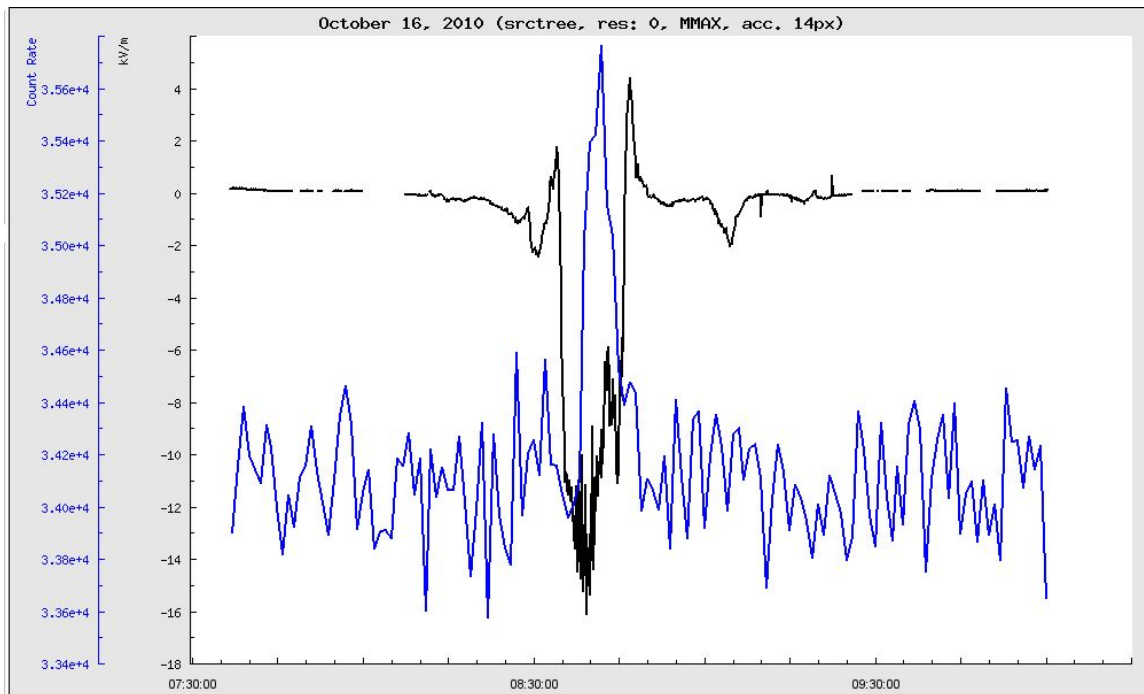


Նկ . 18. Մասնիկների հոսքի և էլեկտրական դաշտի փոփոխությունը Հոկտեմբերի 6-ին: Կապույտով նշված է մասնիկների հոսքի փոփոխությունը, իսկ սևով՝ էլեկտրական դաշտինը

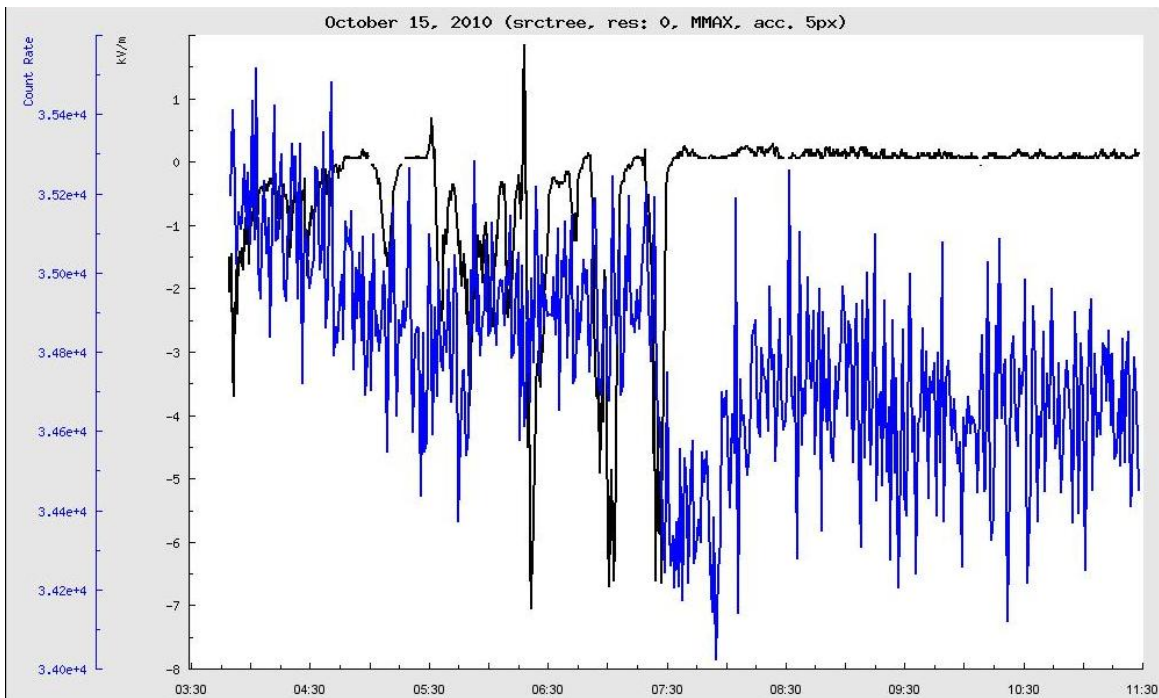
Երբեմն էլեկտրական դաշտի կտրուկ նվազումը ուղեկցվում է մասնիկների հոսքի կտրուկ աճով և պարպումներով (Նկ. 19): Մակայն երբեմն էլեկտրական դաշտի և մասնիկների հոսքի նման փոփոխությունը չի ուղեկցվում կայծակներով(նկ. 20): Էլեկտրական դաշտի կտրուկ աճի ժամանակ երբեմն նկատվում է մասնիկների հոսքի նվազում, այս դեպքում էլ կայծակներ չեն դիտվում(նկ. 21):



Նկ. 19. Էլեկտրական դաշտի կտրուկ փոփոխության ընթացքում նկատվել է մասնիկների հոսքի աճ:

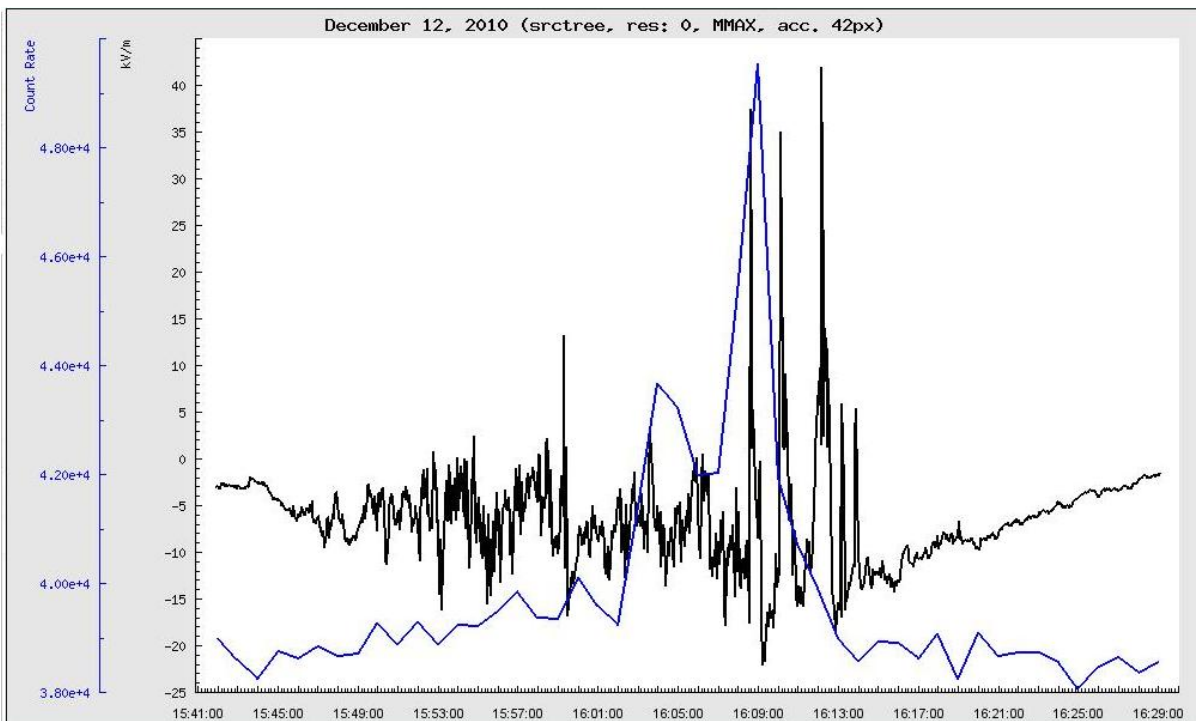


Նկ. 20. Էլեկտրական դաշտի կտրուկ նվազմանը զուգընթաց մասնիկների հոսքը ավելացել է, որը կայծակներով չի ուղեկցվել



Նկ. 21. Էլեկտրական դաշտի նվազմանը զուգրնթաց մասնիկների հոսքը նվազել է, կայծակներ չեն դիտվել

Հոկտեմբեր ամսին զուգահեռ ուսումնասիրվել են 12.12.2010 օրվա էլեկտրական դաշտի և մասնիկների հոսքի փոփոխությունները: Այդ ժամանակահատվածում կրկին էլեկտրական դաշտի կտրուկ փոփոխությունը ուղեկցվել է մասնիկների հոսքի աճով:



Նկ. 22. Դեկտեմբերի 12-ին մասնիկների հոսքի և էլեկտրական դաշտի փոփոխությունը

Ինչպես տեսնում ենք, ձմռանը գրանցված այս դեպքը նմանատիպ պատկեր ունի, ինչ նախորդները: Նկ. 23-ում բերված է մասնիկների հոսքի աճի ժամանակ գրանցված ներամպային կայծակների ժամանակայնի շարքը: Աղյուսակ 2. բերված են Էլեկտրական դաշտի փոփոխման ընթացքում ոչ միայն Stand-ի, այլ նաև Արագածում գտնվող մյուս դետեկտորներից ստացված տվյալները: Ինչպես երևում է աղյուսակից գրեթե նույն ժամանակում բոլոր դետեկտորները գրանցել են մասնիկների հոսքի կտրուկ աճ:

Նշենք, որ գրանցված մասնիկների քանակը կախված է այն բանից, թե որտեղ են տեղադրված դետեկտորները՝ շենքի ներսում՝ տանիքի տակ, թե դրսում: Բնական է, որ ներսում գտնվող դետեկտորները ավելի քիչ քանակությամբ մասնիկներ կգրանցեն: Այսինքն՝ կախված մասնիկների էներգիաներից գրանցվող մասնիկների ինտեսիվությունները տարբեր են :

Աղյուսակ 2

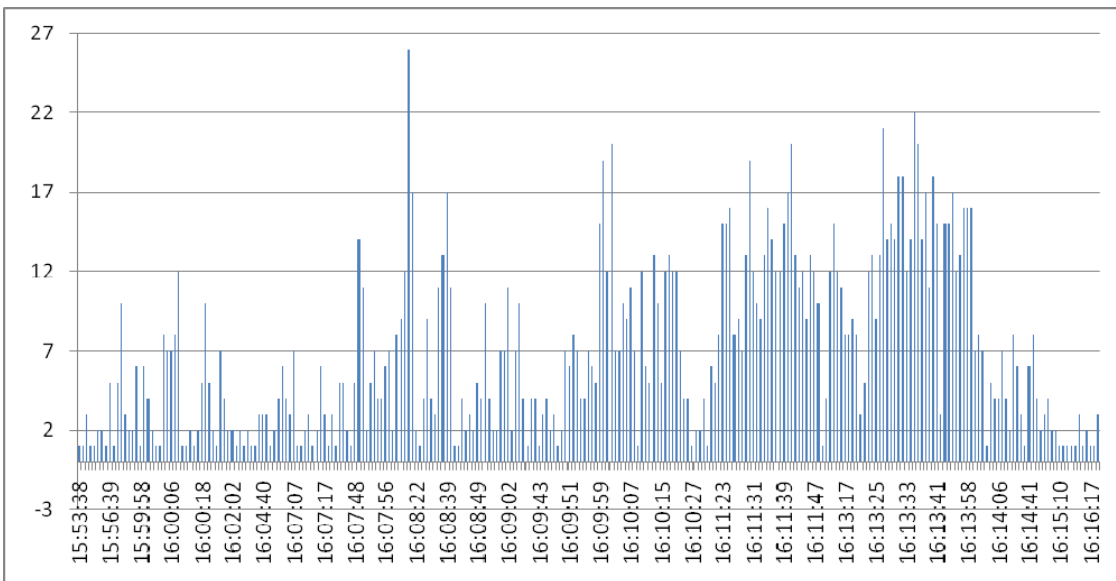
<i>Detectors</i>	<i>tmax</i>	<i>Δt</i>	<i>I(mijin)</i>	<i>σ</i>	<i>ΔI</i>	<i>ΔI (σ)</i>	<i>ΔI (%)</i>	<i>S</i>
ASNT- 1_0	16:08:12	3.3	3907	72,4356	369	5,098297	9.45%	12732
ASNT- 0_1	16:09:00	2.9	2458	64,7931	411	6,336711	16.72%	16201
ASNT- SUM_60	16:08:10	3.1	5744	100,6995	458	4,552036	7.97%	15525
ASNT- SUM_5	16:09:00	3.5	3873	76,9184	473	6,154304	12.21%	18613
STAND	16:09:00	11	38727	224,9925	10812	48,05409	27.91%	43289

MAKET_5	16:08:00	15	334856	1204,941	26601	22,07630	7.94%	116861
MAKET_60	16:08:00	14	165906	645,7099	6379	10	3.84%	28165
SEVAN_100	16:09:00	12	18028	157,4851	1627	10,33049	9.02%	7291
SEVAN_010	16:09:00	11	2248	40,5181	206	5,0810622	9.16%	793

Աղյուսակ 3

	All	IC-	IC+	GC-	GC+
15:50:00- 16:20:00	1836	1827	5	3	1
16:08:20 (max time)	26	26			
%		99.51%	0.27%	0.16%	0.05%

Աղյուսակ 3.-ում բերված է պիկի տևողության ընթացքում գրանցված կայծակների թիվը: Ինչպես երևում է առավելագույնը ներամպային բացասական կայծակներ են (IC-):

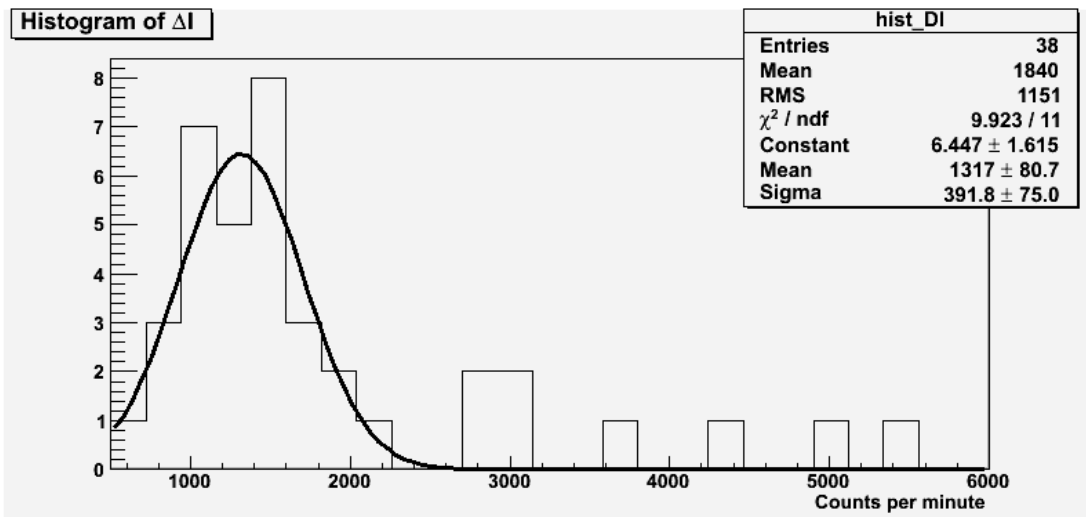


Նկ. 23. Մասնիկների հոսքի աճի ընթացքում գրանցված IC- կայծակների բաշխվածությունը ըստ ժամանակի

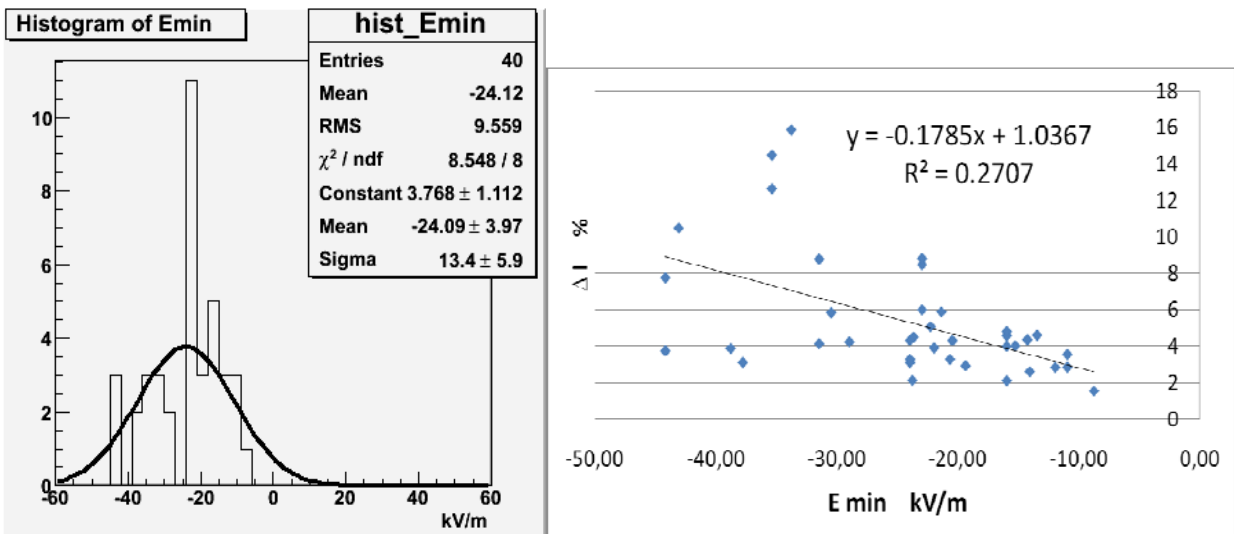
Նկ. 24 և 25 –ում բերված են համապատասխանաբար մասնիկների հոսքի փոփոխության՝ ΔI և էլեկտրական դաշտի մինիմալ՝ Emin արժեքների հիստոգրամաները , որոնք ֆիտացվել են Գաուսի ֆունկցիայի միջոցով :

Ֆիտացնել, նշանակում է գտնել կոր , որը առավելագույն չափով կհամապատասխանի տվյալներից ստացված կետերի բազմությանը: Այսինքն՝ այդ բազմությանը պատկանող յուրաքանչյուր կետ տրված կորից պետք է գտնվի նվազագույն հեռավորության վրա:

Նկ. 26-ում բերված է մասնիկների հոսքի աճի կախվածությունը էլեկտրական դաշտի մինիմալ արժեքից: Այս կախվածությունը գծայնորեն ֆիտացնելուց հետո տեսնում ենք որոշակի օրինաչափություններ: Էլեկտրական դաշտի նվազման կողմը գնալիս մասնիկների հոսքը աճում է:



Նկ.24. ΔI հիստոգրամա



Նկ.25. E_{min} հիստոգրամա տոկոսներով

Նկ. 26 . E_{min} -ից ΔI -ի կախվածությունը

4. Եզրակացություն

Կատարված աշխատանքի արդյունքները ամփոփելով կարելի է պնդել, որ ամպրոպային եղանակի ժամանակ էլեկտրական դաշտի և մասնիկների հոսքի փոփոխության միջև կա կապ: Երբեմն էլեկտրական դաշտի և մասնիկների հոսքի փոփոխությունը ուղեկցվում է կայծակներով: Երբ էլեկտրական դաշտը սկսում է փոփոխվել բացասական արժեքից դեպի դրական և հակառակը, մասնիկների հոսքը կտրուկ աճում է: Ընդ որում, որքան մեծ է էլեկտրական դաշտի բացասական արժեքը, այնքան մասնիկների հոսքը ավելի շատ է: Ամպի ներսում էլեկտրական դաշտը տարբերվում է երկրի մակերևույթի էլեկտրական դաշտից: Ամպի ներսում

Էլեկտրական դաշտը փոփոխվում է շնորհիվ նրանում տեղի ունեցող պրոցեսների և պարպումների, որի հետևանքով էլ փոփոխվում է երկրի մակերևույթի դաշտը, արդյունքում նկատվում է մանիկների հոսքի ավելցուկ:

Նշենք նաև, որ ստացված տվյալներից հետևում է, որ ամբողջ ամսվա ընթացքում գրանցված կայծակների մոտ 79%-ը ներամպային բացասական կայծակներ են: Այսպիսով՝ գրանցված բացասական կայծակների թիվը զգալիորեն մեծ է դրական կայծակների թվից, ընդ որում ներամպային կայծակները ավելի շատ են գրանցվում քան երկրային:

5. Գրականություն

1. Կլաուս Գրուպեն §Մասնիկների դետեկտորներ !

2. Jeremy N. Thomas, Benjamin H. Barnum, Erin Lay, Robert H. Holzworth,
Lightning-driven electric fields measured in the lower ionosphere:
Implications for transient luminous events

3. E. A. Mareev, A.E. Sorokin, D.I. Iudin, V.Yu. Trakhtengerts
“ Fine Structure Of Thunderstorm Electric Field: Spectra From
Soundings And Significance For Charge Generation Mechanisms”

4. В.П. Антонова¹, С.В. Крюков, А.П. Чубенко, Ю.В. Шлюгаев, А.Л. Щепетов
“ Влияние вариаций приземного электрического поля,
обусловленных погодными явлениями, на регистрацию
нейтронов”

5. T. C. Marshall, M. Stolzenburg, C. R. Maggio, and L. M. Coleman
“Observed electric fields associated with lightning initiation”

Հղումներ

- a. <http://www.molnie.ru/>
- b. <http://www.crystalinks.com/lightning.html>
- c. <http://www.boltek.com/>
- d. <http://dside.dyndns.org/adei/>
- e. http://crd.yerphi.am/thunders_and_parts/home