

Տարեկան հաշվետվություն 2016 թ.

Ա.Ալիխանյանի անվ. ԱԶԳԱՅԻՆ ԳԻՏԱԿԱՆ  
ԼԱԲՈՐԱՏՈՐԻԱ Հիմնադրամ  
(Երևանի Ֆիզիկայի Ինստիտուտ)

Փորձարարական Ֆիզիկայի Բաժանմունք

ՓՏԲ-ի ղեկ. ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ  
Ա.Սիրունյան

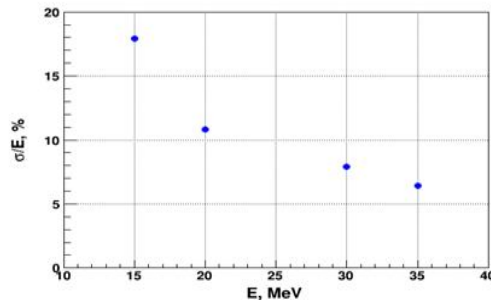
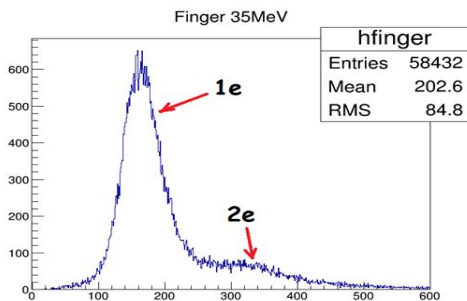
ԵՐԵՎԱՆ - 2016

## Փորձարարական Ֆիզիկայի Բաժանմունքի 2016 թ. ընթացիկ հաշվետվություն

**100/1 և 100/9 Փորձարարական մեթոդների զարգացում (ԱԱԳԼ) և հետազոտություններ միջազգային կենտրոններում ( CERN-LHC, DESY-HI) ղեկավար՝ ֆիզ-մաթ.գիտ.դոկտոր-պրոֆ., ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ Ա.Միրունյան 1.(ՄԿԾ-75) գծային էլեկտրոնային արագացուցչի վրա կատարած աշխատանքներ**

Հաշվետու ժամանակահատվածում կատարված աշխատանքները թույլ են տալիս (ՄԿԾ-75) գծային արագացուցչի գործնելիությունը կազմակերպել տարվա բոլոր եղանակներին բարձր հուսալիությամբ փնջի պարամետրերի լայն դիապազոնում՝ էլեկտրոնային փունջ 10-50 ՄեՎ էներգիայով և մինչև 1մկԱ ինտենսիվությամբ, ինչը թույլ է տալիս համեստ ֆինանսավորմամբ միջուկային ֆիզիկայի ոլորտում իրականացնել արդիական փորձարարական աշխատանքներ: Փորձարարական ֆիզիկայի բաժանմունքի և Դուբնայի ՄՀՄԻ մասնագետների մասնակցությամբ պատրաստվել է տեխ.առաջարկ իրենց միջև Համաձայնագիր կնքելու նպատակով, որը նվիրված է գծային արագացուցչի ցածր ինտենսիվության էլեկտրոնային փնջով CsI բյուրեղների տրամաչափմանը Mu2e(FNAL,USA) գիտափորձի համար: Նախնական թեստեր իրականացվել էին 2015 թ., որոնք ցույց տվեցին հնարավորություն ստեղծելու ցածր ինտենսիվության էլեկտրոնային փունջ (միաէլեկտրոնային ռեժիմ, 10-20 e-/վրկ.):

$$\sigma_E/E \approx 6.4\% , 35 \text{ MeV}$$



Կատարվել են արդիականացման աշխատանքներ՝

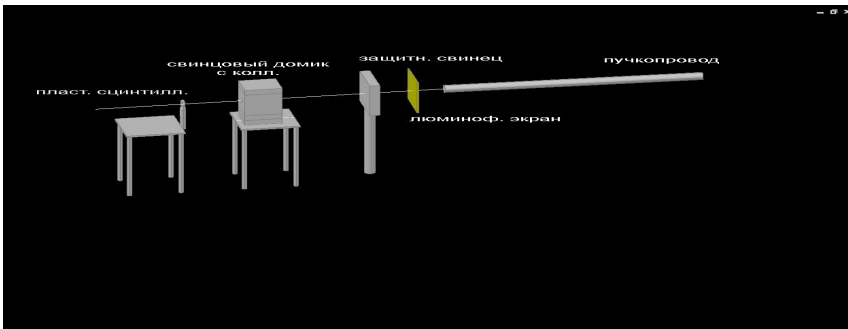
**1.Թունելային ծածկույթ:** Տարվա ցուրտ եղանակին մարդկանց և սարքավորումների համար աշխատանքային պայմաններ ապահովելու նպատակով կառուցվել է մետաղյա հենքով կրկնակի պոլիէթիլենային ծածկույթ: Այն սկսվում է ՄԿԾ-75-ի պատից և շարունակվում է մինչև զուգահեռ տեղափոխման կանալի վերջը՝ ընդգրկելով չափող էլեկտրոնիկան և փորձարարական սարքերը: Օղակի բազմաթիվ անցքերը, լյուկերը և վենտիլյացիոն պատուհանները հուսալիորեն փակված են սկսած «մինուս 4.20» մակարդակից մինչև վերևի հարկը:



Նկ.1. Ջերմային մեկուսացված թունել

2.Վակուում: Աշխատանքները կատարվել են ելնելով համեստ ծախսերից, հենվելով ունեցած ներքին ռեսուրսների վրա: Մի քանի հին անաշխատունակ քանդված պոմպերի առանձին մասերը ենթարկվել են հատուկ քիմիական մշակման այդ նպատակի համար գնված ռեագենտներով. հավաքված են երկու նոր բարձրվակուումային մագնիսապարպուումային պոմպեր: Ստեղծված է վակուումային սարքերի մաքրման և փորձարկման ստենդ, որը կարող է օգտագործվել ոչ միայն պոմպերի, այլ նաև ֆիզիկական փորձերում կիրառվող սարքերի վակուումային տեստավորման նպատակով: Արդյունքում էապես բարձրացվել է վակուումային համակարգի հուսալիությունը:

3.Աշխատանքային սենյակ: Գիտափորձեր անցկացնելու նպատակով ընտրված և պատրաստված է աշխատանքային սենյակ, ընդունելով որպես չափանիշ հարմարավետությունը և էլեկտրական աղմուկների ու ռադիոխանգարումների նվազեցումը: Փնջատարի ելքից մինչև աշխատանքային սենյակ ընտրված է աղմուկների նվազեցման տեսակետից օպտիմալ ճանապարհ, որով տարվել են ազդանշանային և սնուցման մալուխները: Փնջի առկայության պայմաններում որակական առումով աղմուկը մաքսիմում կազմում է  $14\text{mV} \sim 250\text{mV}$  ազդանշանի դեպքում:



Նկ.2. Էլեկտրական

աղմուկների չափման սխեմա

4.Չիլեր: Ջերմակայունացման համակարգի ջրահովացուցիչների ընտրման համար կատարված են ա) գծային արագացուցչի ջերմաֆիզիկական պարամետրերի մոտավոր գնահատում, բ) փնջի առկայությամբ անհրաժեշտ չափումներ և գ) հնարավոր տեղերային հայտարարություն կազմելու նպատակով ջրակուտակիչների ջերմաստիճանային կայունացմանը ներկայացվող պահանջների հիմնավորում:



Նկ.3. Ջերմակայունացման համակարգ

5. Փնջի ինդուկցիոն տվիչ: Պատրաստված է փնջի միջին հոսանքի չափման տվիչ, որը արտաքին կողմից էկրանավորված է 0.5 մմ հաստությամբ ալյումինե թիթեղով և պարունակում է ֆերիտային օղակի վրա փաթաթված կոճ, երկու հաջորդաբար միացված ուժեղացուցիչ՝  $K = 10000$  ընդհանուր ուժեղացման գործակցով և ադմուկներ նվազեցնող ցածր հաճախականային գտիչ: Լաբորատոր պայմաններում հետազոտված է տվիչի զգայունությունը՝ 1մԱ/մմ: Տեղադրված է օղակում փնջի զուգահեռ տեղափոխման գծի ելքում:

6.Սկաներ: Պատրաստվել է կոորդինատային սեղան, որը թույլ է տալիս սցինտիլյացիոն դետեկտորների նմուշները տեղափոխելու երկու ուղղահայած առանցքների շուրջ:



Նկ.4. Սկաներ

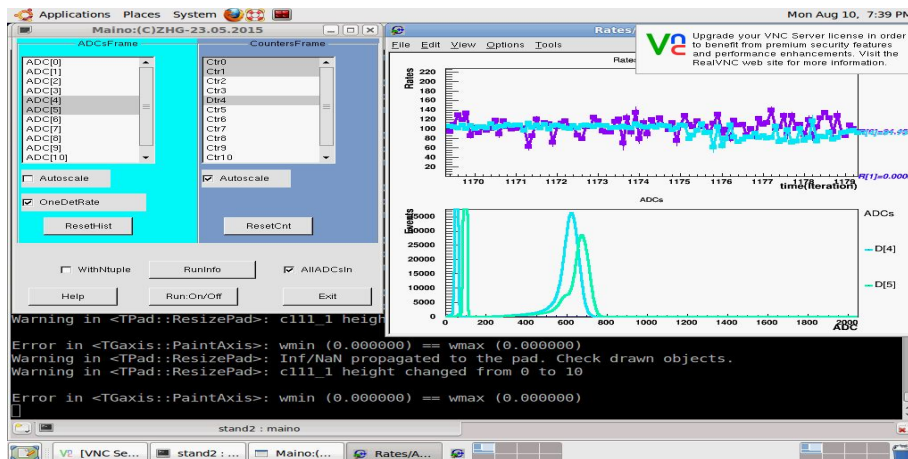
7.ա) Maino3 և Maino7 ծրագրեր:

Maino3 ծրագիրը մշակվել ու իրացվել է դետեկտորների աշխատանքը կառավարելու և չափագրելու համար: Մենք նախընտրել ենք **linux+Root+gpi+Camac** սխեման:

Նկ. 5 բերված է Maino3 ծրագրի պատուհանները աշխատանքի ժամանակ:

Ձախ պատուհանը կառավարման համար է, որտեղ ակտիվացվում են փորձին անհրաժեշտ կանալները և սեղմվում անհրաժեշտ կոճակները:

Աջ պատուհանի վերին ենթապատուհանում նկարվում են, ամեն վայրկյանը մեկ, ակտիվ հաշվիչների ցուցանիշները, իսկ ներքևի ենթապատուհանում նկարվում են ակտիվ կանալների էներգետիկ սպեկտրները:



Նկ.5

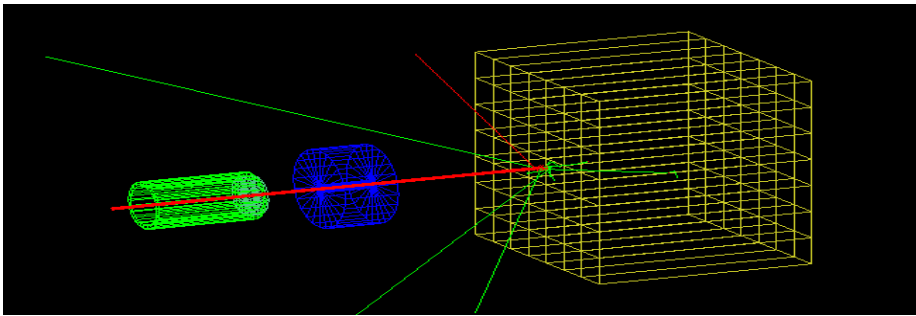
Ծրագիրը ապահովում է ~500 hz հաճախականության դեպքերի գրանցում ~100 % էֆֆեկտիվությամբ (մեռյալ ժամանակը ~2 msec):

Mu2E էքսպերիմենտի պահանջներից էլնելով անհրաժեշտություն առաջացավ ավելացնել կանալների թիվը ( անհրաժեշտ էր համակարգ  $7 \times 7 = 49$  դետեկտորային մատրիցայի համար):

Maino7 ծրագիրը ստեղծվել է Maino3 ծրագրի հիման վրա: Կառավարման պատուհանում ներգրված են 5 ADC x 12 կանալ = 60 կանալների ակտիվացման հնարավորություն: Բոլոր կանալները աշխատացնելիս մեռյալ ժամանակը մեծանալու է , բայց նախատեսվում է, որ չափումները կկատարվեն փոքր ինտեսիվությունների ժամանակ, այնպես որ ծրագիրը կարող է ապահովել 100 % էֆֆեկտիվություն: Հնարավորություն կա նաև գրառել ակտիվ կանալների առձագանքները «ntupl»-ների ձևով \*.root ֆայլերում:

բ) Monte-Carlo ծրագրեր, մոդելավորում :

Մշակվել են Dubna3 և Dubna7 ծրագրերը GEANT4 ծրագրային փաթեթի հիման վրա, ինչը հնարավորություն է տալիս ուսումնասիրել դետեկտորների առձագանքը երբ էլեկտրոնները փոխազդում են բյուրեղների հետ: Նկ. 6 բերված է Dubna7 ծրագրի աշխատանքը:



Նկ.6

Ծրագրում հաշվի է առաց փնջատար խողովակը, կոլիմատորները, դետեկտորային մատրիցան և էլեկտրոնային փունջը: Հաշվարկը կատարվել է CsJ բյուրեղների դեպքում: Դետեկտորների առձագանքը գրվել է \*.root ֆայլերում հետագա մշակման համար: Հաշվարկները շարունակվում են:

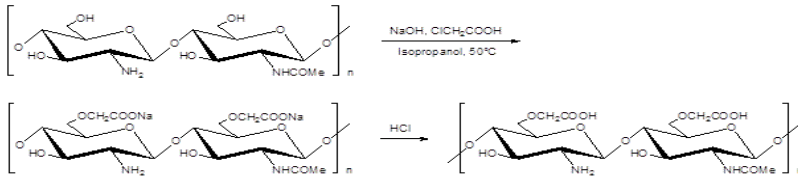
**Խիտոզանի նոր ածանցյալների սինթեզ և ուսումնասիրություն**

Շարունակվել են խիտին-խիտոզանային համակարգերի նոր ածանցյալների ստացման և բնութագրական հատկանիշների վերծանման աշխատանքները:

Մեծ է հետաքրքրությունը խիտոզանի (Cs) ջրալույծ ածանցյալների նկատմամբ նրանց ստացման, ուսումնասիրման և կիրառման առումով: Հաշվետու ժամանակահատվածում որոշակի նախապատրաստական աշխատանքներ ենք կատարել Cs -ի ջրալույծ ածանցյալների ստացման ուղղությամբ:

Schemes of syntheses of O-CM chitosan

Reaction



Մեր կողմից արդեն իրականացված մեծ ծավալի նախնական աշխատանքների արդյունքում խիտինի (Cn) դեացետիլացմամբ ստացել ենք Cs, իսկ Cn-ն անջատել ենք Սևանա լճի խեցգետնի (*Astacus leptodactylus*) խեցիից համապատասխան քիմիական բազմաքայլ փոխարկումների (միներալազրկում, պեկտինազրկում, գունազրկում, արդյունքի հաստատուն կշռի ապահովում և այլն) միջոցով: Համաձայն մի շարք տպագրված աշխատանքների Cs-ի ԴԱ-ն (դեացետիլացման աստիճան) էապես ազդում է Cs-ի հիման վրա սինթեզված համակարգերի հիմնական հատկությունների վրա, մասնավորապես, ԴԱ-ի բարձրացումն ուղեկցվում է նշված ջրալույծ համակարգերի հակաբակտերիալ հատկությունների աճով: Հաշվի առնելով այս հանգամանքը, արդեն սինթեզել ենք 85% և ավելի ԴԱ ունեցող համակարգեր, որոնց հիման վրա Cs-ի ջրալույծ ածանցյալների ստացումն ընթացքի մեջ է: Cs-ի ջրալույծ ածանցյալներն օգտագործվում են ամենատարբեր բնագավառներում, այդ թվում շրջակա միջավայրի պաշտպանության, սննդի արդյունաբերության, միջուկային բժշկության, իսկ վերջին տարիներին նաև հին ձեռագրերի վերականգնման և ամրացման համար: Ուստի կարևոր ենք համարում, նախաձեռնել ու նպատակ ունենք Մատենադարանի աշխատակիցների մասնակցությամբ Հայաստանում առաջին անգամ, մոտ ապագայում, ձեռնամուխ լինել Մաշտոցի անվան Հին ձեռագրերի թանգարանում պահպանվող ձեռագրերի (այդ թվում նաև 1664թ ձեռագրի) վերականգնման ու ամրացման աշխատանքներին՝ օգտագործելով մեր կողմից սինթեզված Cs-ն ու նրա ջրալույծ ածանցյալները: Նախատեսվում է նաև Cs-ի ջրալույծ ածանցյալների հիման վրա սինթեզել բոլորովին նոր, մինչ այժմ ընդհանրապես չսինթեզված Cs-ի Շիֆֆի հիմքեր, որոնք նույնպես ունեն բացառիկ հետաքրքրություն: Ստացված հիմնական արդյունքներն ամփոփված ու տպագրված են բնական պոլիմերների բնագավառի ամենահեղինակավոր ամսագրերում՝ **Carbohydrate Polymers 145 (2016) 37–47:**

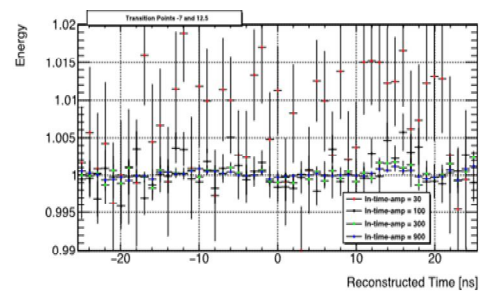
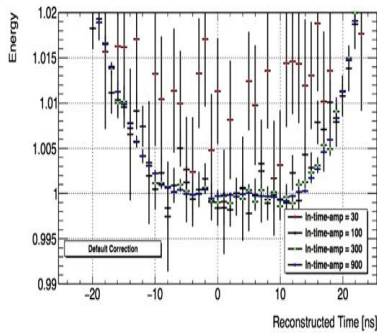
Տպագրված աշխատանքների ցանկ

1. Carbohydrate Polymers, 145 (2016) 37–47. Synthesis and characterization of new chitosan-based Schiff base compounds. Vasak B. Ghavalyan.
2. Armenian Journal of Physics, 2016, vol. 9, issue 3, pp. 225-234. Effect of Simulated Factors on Spectroscopic Characteristics of Materials for Thermoregulating Coatings . V.V. Harutyunyan, E.M. Aleksanyan, E.A. Hakhverdyan, N.E. Grigoryan, V.S. Baghdasaryan, A.A. Sahakyan, V.B. Gavalyan, S.B. Soghomonyan, T.S. Harutyunyan, V.V. Baghranyan, A.A. Sargsyan.
3. Armenian Journal of Physics, 2016, vol. 9, issue 3, pp. 201-210 . Effect of Irradiation on Optical Properties of Materials for Synthesis of Thermoregulating Coatings V.V. Harutyunyan, E.M. Aleksanyan, E.A. Hakhverdyan, N.E. Grigoryan, V.S. Baghdasaryan, A.A. Sahakyan, V.B. Gavalyan, S.B. Soghomonyan, T.S. Harutyunyan, V.V. Baghranyan, A.A. Sargsyan.

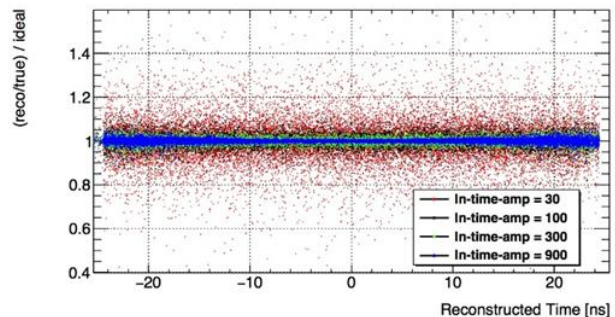
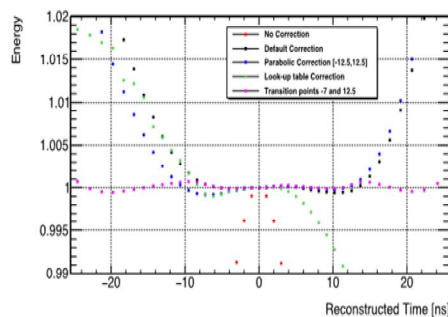
## ATLAS-գիտափորձ

- 2016թ.-ի տվյալների գրանցման վերակառուցման Օպտիմալ Ֆիլտր ալգորիթմի թարմացում և բարձր pile-up միջավայրում Tile կալորիմետրի ազդանշանի սիմուլյացիայի բարելավում :

ATLAS հաղորդակցի կալորիմետրում էներգիայի և ժամանակի վերակառուցումը կատարվում է Օպտիմալ Ֆիլտրինգ (OF) ալգորիթմով: Վերակառուցումը կատարվում է թվային ընտրանքները (samples) բազմապատկելով տարբեր OF կշիռներով և կառուցելով կշռով գումար, որի արդյունքում վերակառուցվում է անալոգ ազդանշանը: Այդ գործակիցները հաշվվում են յուրաքանչյուր կանալի համար, օգտագործելով ազդանշանի տեսքը և աղմուկը: Ազդանշանի ժամանակի վարիացիայի պատճառով առաջանում են վերակառուցված լայնույթի արժեքի թերազնահատումներ: Բանչի հատման ժամանակահատվածում շեղումները ուղղվում են պարաբոլիկ լայնույթային ուղղումով:



Տարբեր լայնույթների դեպքում ուղղման կիրառումը սիմուլացված ազդանշանների վրա: Նախկին ուղղումը (ձախ) նորմավորված 1-ի: Նոր ուղղումը (աջ) նորմավորված 1-ի : Լայնույթը (Energy)տրված է ADC միավորներով:



OF-ը կիրառված իդեալական ազդանշանը (ձախ), որի հիման վրա են ուղղման ֆունկցիաները : Իդեալական և սիմուլացված ազդանշանի կրկնակի հարաբերության (աջ) համեմատումը , որը ապահովում է այդ երկուսի:

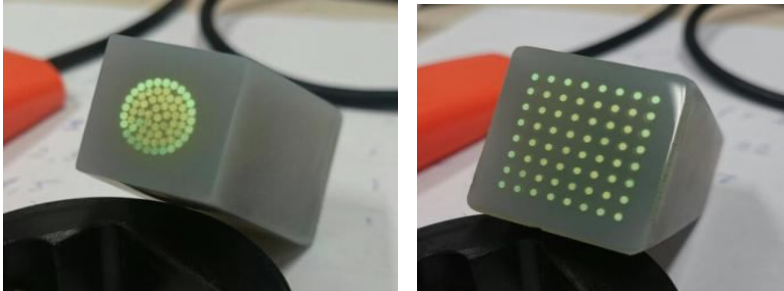
2 նոր ուղղման ֆունկցիաներ են մշակվել նախկին մոտեցումը բարելավելու համար, որը նաև ունի կիրառություն բանջի հատման ժամանակից դուրս:

OF1 և OF2 –ի համար ուղղումները ընդգրկվել են USLՍՍ-ի ծրագրային համակարգում Athena rel 20.7 և ակտիվացված են Athena rel. 21 –ում:

- Կատարվել են Run1 և Run2-ի ընթացքում ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչների դրեյֆի ուսումնասիրություններ
- HL-LHC-ի համար բազմաանոդային ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչների օգտագործումը (օպտիկայի և էլեկտրոնիկայի իրագործման ուսումնասիրություններ)

Tile հաղորդային կալորիմետրի բջջային կառուցվածքը որոշվում է ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչներին միացված ֆայբերների փաթեթներով, որը բերում է որոշակի հաստատուն երկրաչափական լուծողականության  $\Delta\eta = 0.1$ : Tile կալորիմետրի սեգմենտացիայի փոփոխումը HL-LHC-ի ժամանակ կարող է բարելավել միամասնիկների, մյուսնների, հաղորդային շիթերի արտադրողականությունը: Մոտեցումներից մեկը բազմաանոդային ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչի օգտագործումն է: Այն ունի բջջի տարբեր հատվածների տարանջատման հնարավորություն, որը թույլ կտա բաժանել ներքին շերտը 4-ով՝  $\Delta\eta = 0.1 \rightarrow 0.025$ , իսկ միջին շերտը 2-ով՝  $\Delta\eta = 0.1 \rightarrow 0.05$ : Այս մոտեցման հիմնական խնդիրն է ֆայբերների փաթեթների կառուցվածքը, որը հնարավոր չէ փոփոխել առանց լրիվ կալորիմետրի, փաթեթ-ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչի օպտիկական միացման վերամոնտաժման: Հետագոտության համար ստեղծվել է փորձարական կայան, որը թույլ է տալիս օպտիկայի և ազդանշանի ուսումնասիրություն կատարել:

Լուսատարի օգտագործման դեպքում հնարավոր է բաժանել ֆայբերային փաթեթի լույսը և ուղղել ֆոտոկաթոդի տարբեր տիրույթների վրա:



Ֆայբերային լուսատարի մի ծայրը ունի շրջանաձև կառուցվածք (ձախ), իսկ մյուս ծայրը բաղկացած է  $8 \times 8$  մատրիցայից(աջ), որը ներառում է 64 ֆայբեր: Այս կառուցվածքը ուղղորդում է կալորիմետրի լույսը ուղիղ դեպի ՖԷԲ-ի պիքսելի դիմաց:

- Կատարվել են բարձր մակարդակի տրիգերի ուսումնասիրություններ կենտրոնական և առաջնային տիրույթներում օգտագործելով 2016թ-ի տվյալները:

2016թ.-ի տվյալների համար աշխատանքներ են կատարվում ստեղծելու ընդհանուր, փոքր ծավալով Մոնտե-Կարլո-ի և տվյալների ntuple-ներ որոնք կօգտագործվեն ստանդարտ մոդելի հաղորդային շիթերի, ֆոտոնների և էքզոտիկ



մասնիկների ֆիզիկայով զբաղվող խմբերի կողմից: Օգտագործելով ընդհանուր ntuple-ները, կատարվում են կենտրոնական և առաջնային փսևոարագությունների տիրույթում բարձր մակարդակի տրիգերների էֆեկտիվության որոշումներ:

Կատարված աշխատանքներ ATLAS գիտափորձի տեխնիկական համակարգում

- TDAQ համարգչային ադմինիստրացիա՝ Point 1-ի տարածքում համակարգչային ենթակառուցվածքների անխափան աշխատանքի ապահովում

Մոնիթորինգ և սպասարկում SLIMOS-ին (անվտանգության ոլորտում հերթափոխի ավագ պատասխանատու) պատկանող բոլոր համակարգիչների ապարատային և ծրագրային ապահովություն:

Point 1-ի տարածքում անվտանգության համակարգի համար նախատեսված տեսահսկման համակարգերի տեղադրում և սպասարկում:

- Տեխնիկական համագործակցություն՝

Մասնակցություն ATLAS դետեկտորի տարեկան բացման և փակման բոլոր տեխնիկական և մեխանիկական աշխատանքներին:

Դետեկտորի դետալներ և գործիքներ պատրաստելու հաստոցամշակում:

LHC-ի գիտափորձերի դետեկտորների SNIFFERS սենսորների աշխատանքների ապահովություն՝ (արտահոսող վտանգավոր գազի պայթյուն, հակահրդեհային անվտանգություն, թթվածնային ցուցիչներ):

Գծագրերի եռաչափ մոդելավորում, ուսումնասիրում և պատրաստում :

Գծագրերի ATLAS CAD տվյալների (մոդելների և գծագների) բազաների արդիականացում և սխալների ուղղում :

### **CMS –գիտափորձ**

Կատարվել են ընթացիկ աշխատանքներ թեմատիկ ֆինանսավորման շրջանակներում (պայմանագրի ծածկագիրը 15T-1C085) :

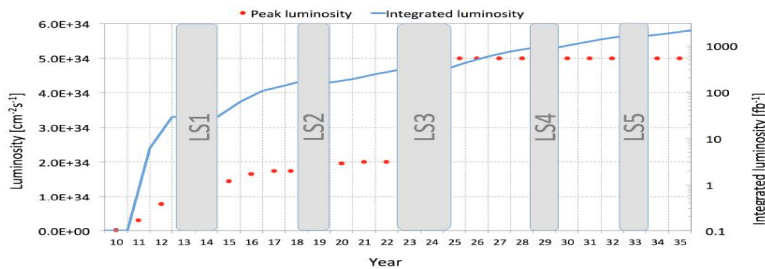
2012 թ. Հիզգս բոզոնի հայտնաբերումը CMS և ATLAS գիտափորձերում վերջին տարիների առավել նշանավոր փորձարարական նվաճումն է տարրական մասնիկների ֆիզիկայում [1]: ԵրՖԻ-ի ATLAS և CMS խմբերի ֆիզիկոսները նույնպես մասնակցել էին Հիզգս բոզոնի հայտնաբերմանը: Հիզգս բոզոնի հատկությունների ուսումնասիրությունն ու ճշգրտումը՝ սպին, զույգություն, կապը այլ մասնիկների հետ և այլն, հանդիսանում է CMS գիտափորձում (և ընդհանուր առմամբ LHC-ի վրա) իրականացվող ուսումնասիրությունների հիմնական առարկաներից մեկը առաջիկա երկու տասնամյակների համար:

2015 թ՝ LHC-ի առաջին երկարատև դադարից հետո (Long Shutdown 1: LS1), որը տևեց մոտ երկու տարի, LHC-ին կրկին շահագործման է անցել և առաջիկա երեք տարիների ընթացքում ապահովելու է pp-բախումներ բոլոր փորձերի համար աննախադեպ 13 ՏեՎ էներգիայով: 2023 թ նախատեսված է Մեծ հաղորնային կոլայդերի (LHC) 3-րդ երկարատև դադարը (Long Shutdown 3: LS3):

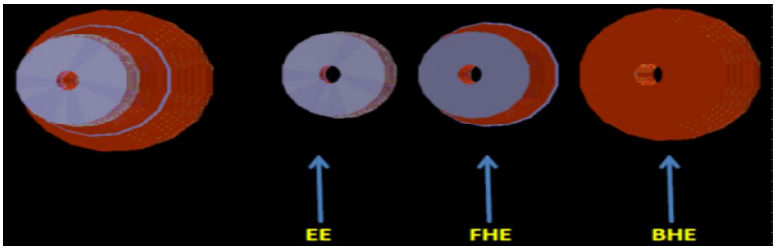
Ինչպես նշում է CERN-ի գլխավոր տնօրեն Fabiola Gianotti հունիսի 16-ին 2016 թ. CERN-ի խորհուրդը պաշտոնապես հաստատել է High Luminosity LHC (HL-LHC)

նախագիծը (On 16 June 2016 CERN Council formally approved the HL-LHC project with very strong support):

Այս փուլում իրականացվելու են աշխատանքներ, որոնք թույլ կտան LHC-ին դուրս բերել լուսատվության նոր մակարդակ(High Luminosity LHC-HL-LHC)՝  $5-10 \times 10^{34} \text{ սմ}^{-2} \text{ վ}^{-1}$  14 ՏէՎ էներգիաով: Յուրաքանչյուր քվ-բախումների ընթացքում (25նվ<sup>-1</sup> հաճախականությամբ) նախատեսվում է 140-200 քվ-բախումներ (PileUp  $\sim 140-200$ ): LS3-ի ընթացքում իրականացվելու է CMS-դետեկտորի մոդեռնիզացիայի 2-րդ փուլը, որը իր ծավալներով լինելու է անհամեմատ ավելի ընդգրկուն քան առաջինը: Այս աշխատանքների ընթացքում իրականացվելու է CMS-ի տրեկերային, կալորիմետրական, մյուոնային, ինչպես նաև տրիգերային, տվայլների հավաքագրման և որակավորման համակարգերի մոդեռնիզացիա [2]: **CMS Phase 2 Upgrade**



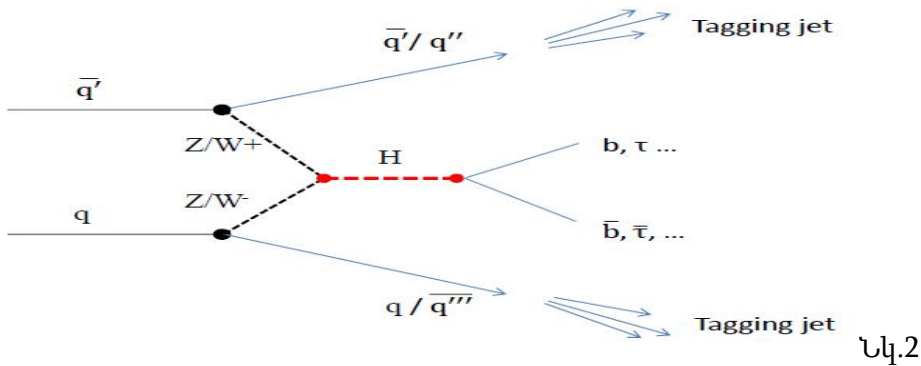
CMS-դետեկտորի արդիականացումը իրականացվելու է հաշվի առնելով HL-LHC-ի աշխատանքի ընթացքում ռադիացիոն ճառագայթման աննախադեպ մեծ ֆոնը, որը առավելապես զգալի է լինելու CMS-ի եզրային մասերում (CMS-EndCup)՝ փնջի նկատմամբ փոքր անկյունների տակ: Այդ պատճառով CMS-ի ենթահամակարգերի ռադիացիոն կայունությունը առաջնային պայման է հանդիսանում : CMS-EndCup կալորիմետրի արդիականացումը իրականացվելու է ներկայիս կալորիմետրը "High-Granularity Calorimeter" (HGCAL) -ով փոխարինելով: HGCAL-ը իրենից ներակայցնելու է փսևդոարագության  $\eta = 1.5 - 3$  տիրույթը ծածկող, շատ մանր լայնական սեգմենտացիայով կալորիմետր՝ բաղկացած 3 ենթահամակարգերից՝ EE (եզրային էլեկտրամագնիսական կալորիմետր), FHE (դիմային եզրային հաղորոնային կալորիմետր), BHE (ետնային եզրային հաղորոնային կալորիմետր): EE և FHE որպես ակտիվ նյութ օգտագործում են սիլիկոնը, իսկ BHE՝ սցինտիլատորը, որը պայմանավորված է նրանով, որ BHE-ն, գտնվելով EE և FHE հետևում, ենթարկվելու է ավելի թույլ ռադիացիոն ճառագայթման:



Նկ.1

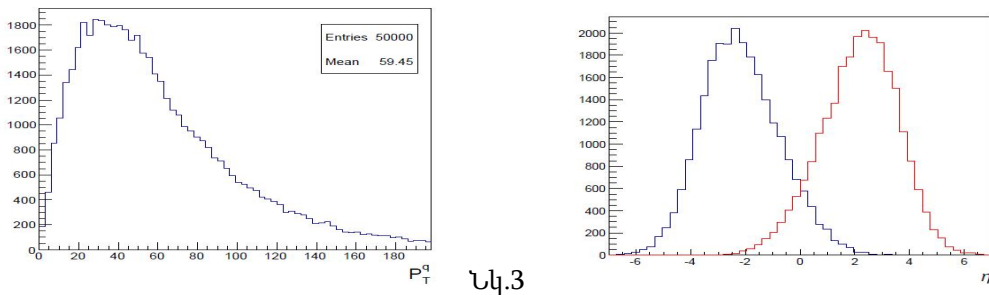
Ետնային եզրային հաղորնային կալորիմետրի՝ BHE-ի, լայնական սեգմենտացիան ներկայումս ուսումնասիրության առարկա է և անհրաժեշտ է իրականացնել հետազոտություններ նրա օպտիմալացման համար:

LHC արդիականացումից հետո CMS համագործության առաջնահերթ խնդիրներից է լինելու Հիգգս բոզոնի տարբեր բնութագրերի ուսումնասիրությունը [3]: Առանձնակի կարևորություն ունեն վեկտոր-բոզոնային միաձուլման պրոցեսում Հիգգս բոզոնի ծնումը (Vector boson fusion (VBF) Higgs production), նրա հետագա տրոհման տարբեր կանալներով (նկ. 2):



Այս պրոցեսով կատարվում է տարբեր մասնիկների (մասնավորապես ֆերմիոնների՝ b-քվարկների,  $\tau$ -լեպտոնների, և այլն) Յուկավայի կապի որոշումը (Yukawa coupling)՝ մասնիկների կապը Հիգգս բոզոնի հետ: Ի տարբերություն Հիգգս բոզոնի ինքուզված ծնման պրոցեսի, VBF-ում, բացի Հիգգս բոզոնի տրոհումից ծնված մասնիկների, առկա են նաև երկու քվարկներ, որոնք ծնում են երկու jet-եր՝ այսպես կոչված Tagging jet-եր, որոնք որոշակիորեն կորելացված են միմյանց նկատմամբ:

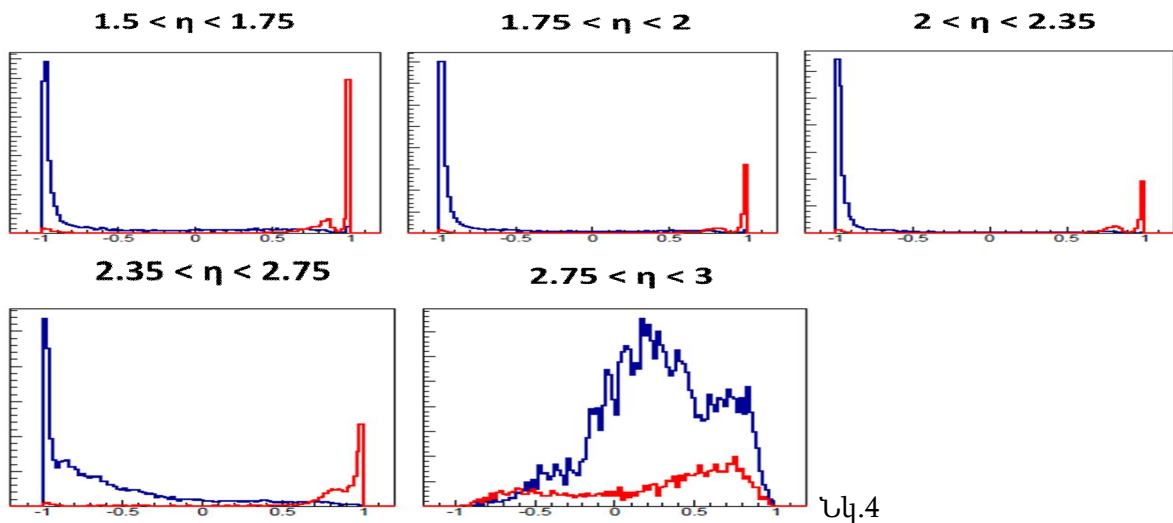
Այս երկու jet-երը լայնորեն կիրառվում են VBF-ում Հիգգսի ծնման պրոցեսի ընտրման գործում և հնարավորություն են տալիս բավականին ճնշել ֆոնային պրոցեսները, սիգնալային պրոցեսը չափելու համար[4] (նկ. 3):



PileUp-ի ազդեցությունը առավել շոշափելի է դառնում հենց VBF-պրոցեսներում, քանի որ Tagging jet-երը ըստ փսևողարարությունների առավելապես ընկնում են CMS-ի եզրային տիրույթ ( $1.5 < |\eta| < 3.0$ ) [5], որտեղ PileUp-ի ազդեցությունը զգալիորեն մեծ է համեմատած CMS-ի կենտրոնական տիրույթի հետ:

ԱՍԳԼ- ի խումբը մշակել է մեթոդ, որը նվիրված է LHC-ի բարձր լուսաստվության ռեժիմում (HL-LHC) <sup>o</sup> Tagging jet - րի նույնականացման խնդրին, երբ pp - փոխազդեցություններում ֆոնային Jet-րի քանակը (PileUp  $\sim 140$  և ավելին) է: Հաշվարկների համար օգտագործվում էին VBF  $H \rightarrow \tau^+\tau^-$  պրոցեսի սվյալները, որոնք մոդելավորվել էին Մոնտը-Կառլո «Powheg» և «Pythia\_ 6» գեներատորների օգնությամբ: Դեպքերի մոդելավորումը, վերականգնումը և մշակումը կատարվում էր օգտագործելով CMSSW ծրագրային փաթեթը: Հաշվարկներում օգտագործվել են Particle Flow CHS շիթերը, վերակառուցված Anti-K<sub>r</sub> կլաստերային ալգորիթմով [6], որտեղ շառավղային պարամետրը R= 0.4. PF CHS շիթերի նկատմամբ կիրառվել է

PileUpJetID [7] ալգորիթմը, որը ամեն մի շիթի համար հաշվում է PileUp դիսկրիմինատորի մեծությունը՝ +1 արժեքին համապատասխանում են իրական շիթերը, իսկ -1 արժեքին PileUp շիթերը: Նկ.4-ում ցույց է տրված tagging շիթերի (կարմիր գծով) և PileUp շիթերի (կապույտ գծով) բաշխվածությունը  $P_T > 20$  GeV/c շիթերի համար փսևդոարագության տարբեր տիրույթներում:



Նկ.4

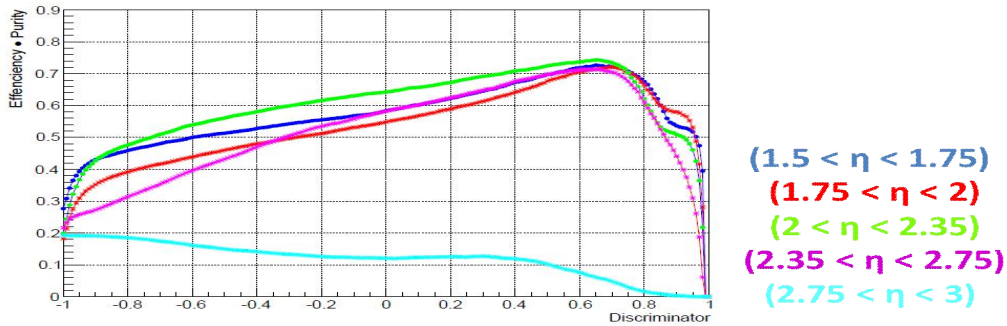
Ինչպես երևում է նկարից PileUpJetID ալգորիթմը թույլ է տալիս բավականին լավ տարանջատել իրական և PileUp շիթերը: Բացառություն է կազմում  $2.75 < \eta < 3$  որտեղ այդ տիրույթի վերակառուցված շիթերի մի մասը դուրս է եկած HGCAL+BHE կալորիմետրի տիրույթից:

Ներկայացնենք այն սահմանափակումները, որոնք դրվել են tagging-շիթերի ընտրման համար VBF  $H \rightarrow \tau^+\tau^-$  պրոցեսից CMS-դետեկտորի եզրային մասում (լրացուցիչ շիթերի առկայության պայմաններում): CMS-Endcap դետեկտորի ( $1.5 < \eta < 3$  և  $-3 < \eta < -1.5$ ) յուրաքանչյուր մասում ընտրվել է այն շիթը որին համապատասխանում է առավելագույն լայնական իմպուլսը (ընդ որում պայմանով, որ  $P_T > 20$  GeV/c) և որի PileUp-դիսկրիմինատորը մեծ է դրված սահմանափակումներից: Շիթերի ընտրման էֆեկտիվությունը և մաքրությունը սահմանվել է այսպես՝

$$\text{Էֆեկտիվություն} = \frac{\text{ընտրված իրական շիթերի քանակ}}{\text{բոլոր իրական շիթերի քանակ}}$$

$$\text{Մաքրություն} = \frac{\text{ընտրված իրական շիթերի քանակ}}{\text{բոլոր ընտրված շիթերի քանակ}}$$

Որպես օպտիմալ սահմանափակման չափանիշ PileUp -դիսկրիմինատորի համար հանդես է գալիս էֆեկտիվության և մաքրության արտադրյալի մաքսիմալ արժեքը, որը համապատասխանում է ստատիստիկ սխալների նվազագույն պայմանին:



Նկ.5

Նկ.5-ում ներկայացված էֆեկտիվության և մաքրության արտադրյալի կախվածությունը դիսկրիմինատորի սահմանափակումից փսնդոարագության տարբեր տիրույթներում :

Ունենալով PileUp -դիսկրիմինատորի համար օպտիմալ սահմանափակումները կարող ենք կատարել VBF H->ττ պրոցեսում իրական շիթերի ընտրությունն հետևյալ պայմանների դեպքում՝

- ընտրվում են երկու շիթեր  $1.5 < |\eta| < 3$  տիրույթում առավելագույն լայնական իմպուլսներով ( պայմանով որ  $P_{\tau}$ - մեծ է սահմանված շեմից) և PileUp -դիսկրիմինատորով, որի համար օպտիմալ արժեքը կվերցնենք η-ի տարբեր տիրույթներում ստացված աշխատանքային կետերին համապատասխանող PileUp -դիսկրիմինատորի արժեքները
- հաշվի են առնվում tagging-շիթերի կորելացիան՝  $\eta_1^{jet} * \eta_2^{jet} < 0$  (բախումից հետո z-առանցքի ուղղությամբ և հակառակ ուղղությամբ թռչող շիթեր):

Ազդանշանային համարել այն դեպքերը, որոնցում ճիշտ են ընտրվել երկու tagging-շիթերը, իսկ ֆոնային՝ որոնցում ընտրված մեկ կամ երկու շիթերը իրականում չեն համարվում tagging-շիթեր:

Աղյուսակում բերված են աշխատանքային կետերը որոնք համապատասխանում են PileUp -դիսկրիմինատորի օպտիմալ սահմանափակումներին η-ի տարբեր տիրույթների համար, ինչպես նաև tagging-շիթերի ընտրման էֆեկտիվությունը և մաքրությունը, նաև նրանց արտադրյալը լայնական իմպուլսի տարբեր սահմանափակումների դեպքում:

	<b>Working Points (<math>\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4, \eta_5</math>)</b>	<b>Eff %</b>	<b>Pur %</b>	<b>Eff * Pur * 100</b>
<b><math>P_T &gt; 20</math></b>	(0.65, 0.65, 0.60, 0.55, 0.90)	4.6	82.6	<b>3.77 ± 0.07</b>
<b><math>P_T &gt; 25</math></b>	(0.65, 0.60, 0.60, 0.50, 0.90)	4.3	84.0	<b>3.60 ± 0.07</b>
<b><math>P_T &gt; 30</math></b>	(0.50, 0.60, 0.55, 0.40, -0.90)	5.4	67.5	<b>3.65 ± 0.07</b>
<b><math>P_T &gt; 35</math></b>	(0.65, 0.65, 0.55, 0.45, -0.90)	4.8	73.0	<b>3.49 ± 0.07</b>
<b><math>P_T &gt; 40</math></b>	(0.65, 0.70, 0.70, 0.40, -0.90)	4.1	78.0	<b>3.20 ± 0.06</b>
<b><math>P_T &gt; 45</math></b>	(0.65, 0.70, 0.70, 0.40, -0.90)	3.6	78.5	<b>2.83 ± 0.06</b>
<b><math>P_T &gt; 50</math></b>	(0.80, 0.70, 0.70, 0.40, -0.90)	3.1	79.7	<b>2.42 ± 0.06</b>

Այսպիսով ստացվել են BH-կալորիմետրում  $2 \times 2$  սմ<sup>2</sup> չափսերով բջիջներ օգտագործելիս, HGCAL+BHE-կալորիմետրում VBF  $H \rightarrow \tau^+ \tau^-$  պրոցեսում, PF-ալգորիթմով վերակառուցված շիթերում իրական և PileUp-շիթերը իրարից տարանջատելու էֆեկտիվությունը և մաքրությունը, ինչպես նաև այն աշխատանքային կետերը որոնց համապատասխանում են ընտրված փսևոտարագության միջակայքում և սահմանված  $P_T$ -ի արժեքների դեպքում էֆեկտիվության և մաքրության արտադրյալի առավելագույն արժեքները:

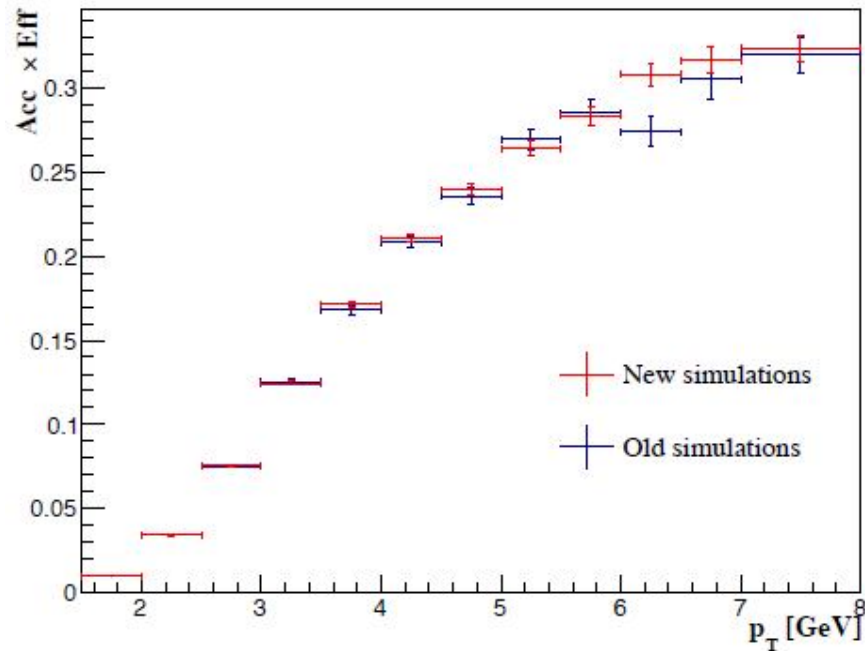
ԱԱԳԼ Խումբը մշակել է մեթոդ, որը հնարավորություն է տալիս գտնել BHE օպտիմալ լայնական սեգմենտացիան: Ստացված արդյունքները բազմիցս ներկայացվել են HE\_Phase2\_Upgrade, HGCAL simulation and performance պարբերական ժողովներում և CMS-RDMS-2015 գիտաժողովներում:

### ALICE- գիտափորձ

Շարունակվել է 8 TeV էներգիայի  $pp$  բախումներում փոքր ինվարիանտ զանգվածների ( $M < 1.5$  Գէվ) տիրույթում ծնված մյուոնային զույգերին վերաբերող CERN-ի ALICE գիտափորձում գրանցված տվյալների մշակումը:

Կատարվել են հետևյալ աշխատանքները՝

- $\phi(1020)$  մեզոնի ծնման նոր սիմուլացումներ՝ աքսեպտանսի և էֆեկտիվության ճշգրտությունը բարելավելու համար: Մանրամասն հետազոտվել է նոր և հին սիմուլացումների համասեռությունը, քանի որ նոր սիմուլացումներում օգտագործվել է AliRoot ծրագրի նոր տարբերակ:



Նկ. 1  $\phi(1020)$  մեզոնի արքեսպտանսը և էֆեկտիվությունը

- Ցածր զանգվածի տիրույթի համար մյուռնային տրիգերի մասնագետների հետ մշակվել է պրոցեդուրա, որով հաշվարկվում է տրիգերի սիստեմատիկ անորոշությունը: Նկ. 2-ում բերված է  $\phi(1020)$  մեզոնի մյուռնային տրիգերի սիստեմատիկան:
- Հաշվարկվել է T0 Minimum Bias տրիգերի էֆեկտիվությունը տարբեր էմպիրիկ ֆիտերի միջոցով (բերված են Նկ. 3-ում՝ օգտագործվել է գաուսիան՝  $\omega(782)$  և  $\phi(1020)$  նկարագրելու համար, Վոյտի ֆունկցիան՝  $\rho(770)$ -ի համար և պոլինոմ + էքսպոնենտ՝ ֆոնի համար): Նկ. 3-ում բերված է նաև երկու մեթոդներով հաշվարկված  $\phi(1020)$  մեզոնի համար T0-ի էֆեկտիվության կախումը լայնակի ինպուլսից (Մեթոդների բանաձևերը տրված են Նկ. 3-ում)
- Կառուցվել է  $\phi(1020)$  մեզոնի դիֆերենցիալ լայնակի կտրվածքը ըստ ռապիդիտի:

$p_T$	սխառ (%)
[1.5; 2.0]	8.7
[2.0; 2.5]	4.2
[2.5; 3.0]	1.5
[3.0; 3.5]	2.1
[3.5; 4.0]	1.1
[4.0; 4.5]	1.6
[4.5; 5.0]	2.4
[5.0; 5.5]	1.9
[5.5; 6.0]	1.7
[6.0; 6.5]	2.0
[6.5; 7.0]	0.8
[7.0; 8.0]	2.5
<b>[1.5; 8.0]</b>	<b>2.7</b>

**Նկ. 2**  $\phi(1020)$  մեզոնի մյուոնային տրիգերի սխառմատիկան տոկոսներով ըստ  $p_T$ -ի:

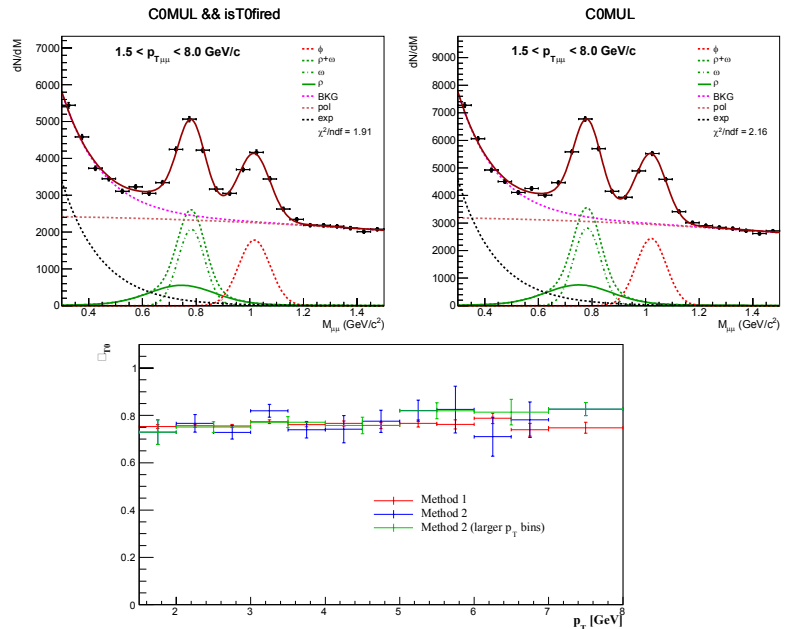
Method 1:  $\epsilon_{T0} = \frac{N \text{ of OS dimuons in } \phi \text{ region (COMUL \& isT0fired)}}{N \text{ of OS dimuons in } \phi \text{ region COMUL}}$

Method 2:  $\epsilon_{T0} = \frac{N \text{ of } \phi \text{ in (COMUL \& isT0fired)}}{N \text{ of } \phi \text{ in COMUL}}$

$p_T$ slices	$\epsilon_{T0}$ (Method 1)	$\epsilon_{T0}$ (Method 2)
<b>[1.5; 8.0]</b>	<b>0.760 ± 0.003</b>	<b>0.763 ± 0.015</b>
[1.5; 2.0]	0.753 ± 0.008	0.729 ± 0.052
[2.0; 2.5]	0.756 ± 0.007	0.767 ± 0.038
[2.5; 3.0]	0.755 ± 0.007	0.729 ± 0.028
[3.0; 3.5]	0.774 ± 0.008	0.819 ± 0.027
[3.5; 4.0]	0.761 ± 0.009	0.739 ± 0.035
[4.0; 4.5]	0.766 ± 0.011	0.742 ± 0.058
[4.5; 5.0]	0.758 ± 0.014	0.775 ± 0.046
[5.0; 5.5]	0.766 ± 0.016	0.820 ± 0.045
[5.5; 6.0]	0.762 ± 0.019	0.825 ± 0.099
[6.0; 6.5]	0.788 ± 0.022	0.781 ± 0.142
[6.5; 7.0]	0.740 ± 0.027	0.782 ± 0.075
[7.0; 8.0]	0.748 ± 0.023	0.827 ± 0.027

### Signal extraction with an empirical fit

(Gaussian for  $\omega$  and  $\phi$ , Voigtian for  $\rho + Pol2 + exp$ )



**Նկ. 3** Muon Plenary աշխատանքային ժողովին ներկայացված Minimum Bias տրիգերի էֆեկտիվություն հաշվարկների վերաբերյալ մի հատված:

Ընթանում են աշխատանքներ տարբեր տեսական գններատորների կանխագուշակումները վերոհիշյալ տվյալների հետ համեմատելու համար (կատարող 3-րդ տարվա բակալավր **Եղիշե Համբարձումյան**): Հաշվարկները կատարվում են ALICE-ի AliEn կոչվող Grid համակարգում: Արդեն ավարտվել է PYTHIA 6.4 գններատորի Perugia 11, ATLAS-CSC և D6T տարբերակներին, ինչպես նաև PHOJET գններատորին համապատասխանող դեպքերի գններացումը (1 մլն դեպք ամեն գններատորի համար): Սկսվել է PYTHIA 8.1, 8.2 և EPOS գններատորները AliEn-ում աշխատեցնելու C++ մակրոների մշակումը:



ALICE-ի հաշվողական միջավայրի զարգացման աշխատանքներ և երկմյուտնային սպեկտրների մեջ ներդրում ունեցող պրոցեսների Monte Carlo սիմուլացումներ (կատարողներ՝ *Արմենուհի Աբրամյան, Նարինե Մանուկյան*):

i. Շարունակվել են ALICE հաշվողական միջավայրում տվյալների բաշխվածությունը հսկող *FAMoS* մշտադիտարկման ծառայության կատարելագործման և այդ ծառայության տվյալների մշակման աշխատանքները՝

- Տվյալների բազայի կառուցվածքի ձևափոխում և դրա ծավալի կրճատում,
- Ըստ որոշակի ժամանակահատվածների կուտակված տվյալների ամփոփում և արխիվացում,
- Մշտադիտարկման տվյալների ներկայացման կազմակերպումը ըստ WLCG-ի Computing Resources Scrutiny Group-ի –պահանջների

ii. Սպագա Run 3-ի (2020-2022թթ.) և Run 4-ի (2025-2027թթ.) համար ALICE գիտափորձի հաշվողական մոդելը (այսպես կոչված O2 մոդելը) ենթադրում է տվյալների պահպանման ձևերի օպտիմալացում՝ նպատակ ունենալով այդ տվյալների պահպանման և մշակման համար պահանջվող ռեսուրսների առավելագույն հնարավոր նվազեցումը (մանրամասները՝ «ALICE Technical Design Report»-ում, ALICE-TDR-019):

ALICE-ի Offline թիմի ղեկավարության առաջարկությամբ՝ 2016 թ. սկզբից Արմենուհի Աբրամյանը և Նարինե Մանուկյանը աշխատում են համապատասխան մոդելի նախագծման և մշակման վրա: Միմուլացման համար կիրառվում է Discret Event Simulation (DES) մեթոդը: Մինչ այսօր կատարված աշխատանքները հետևյալն են՝

- Մանրամասնորեն ուսումնասիրվել են ALICE-ի TDR-ում առաջարկվող հաշվողական նոր մոդելի տարբերակները և դրանց առանձնահատկությունները:
- Նախագծվել և մշակվել է հատուկ գրաֆիկական ինտերֆեյս (O2ԳԻ), որի օգնությամբ կարելի է կառուցել ALICE-ի հաշվողական մոդելի կամայական նախագիծ՝ մուտքագրելով անհրաժեշտ պարամետրերը, օրինակ՝
  - ✓ Դետեկտորների անվանումները և դրանցից ստացվող տվյալների լինկերի քանակը, դետեկտորների տվյալների ստացման հաճախականությունը և այլն;
  - ✓ Դետեկտորներին միացվող First Level Processor-ներում տվյալների սեղմման գործակիցը;
  - ✓ Switch-երում տվյալների փոխանցման թողունակությունը;
  - ✓ Event Processing Node –երը, դրանցում տվյալների սեղմման գործակիցը և այլն;
  - ✓ ALICE-ի հաշվողական և պահոցային ռեսուրսների տեխնիկական բնութագրիչները;

O2ԳԻ-ը մշակում է մուտքագրված պարամետրերը, կառուցում է համապատասխան հաշվողական մոդելը և արտապատկերում է այն VisNetwork կոչվող JavaScript գրադարանի միջոցով:

Հարկ է նշել, որ կառուցված մոդելները ներկայացվում են ունիվերսալ ձևով և պահպանվում են XML ֆայլերի ձևաչափով, ինչը արտաքին ծրագրերի հետ համատեղ աշխատանքի հնարավորություն է տալիս: Մասնավորապես՝ վերոհիշյալ XML ֆայլերը ներմուծելի են DES-ի OMNeT++ ծրագրային ապահովման մեջ՝ ընտրված հաշվողական մոդելի կատարողականությունը սիմուլացումների միջոցով հետազոտելու համար:

*iii.* LHC12h և LHC12i պերիոդների համար կատարվել են  $c$ ,  $cbar$ ,  $b$  և  $bbar$  քվարկների մյուոնային ինկլուզիվ տրոհումների պրոցեսների run-by-run Monte Carlo ինտենսիվ սիմուլացման աշխատանքներ:

Այս պրոցեսները զգալի ներդրում ունեն ALICE-ի Մյուոնային Սպեկտրաչափում դիտարկվող երկմյուոնային սպեկտրների մեջ և կարևոր են այդ սպեկտրների վերլուծության համար: Միմուլացումները կատարվել են AliEn կոչվող ALICE-ի բաշխված հաշվարկների միջավայրում: Կատարվել է վերոհիշյալ սիմուլացումներին համապատասխանող աշխատանքային հոսքի (workflow) փուլերի (աշխատանքի ուղարկման պահից մինչև ավարտը) մանրամասն հետազոտում:

### **Ապագա Մյուոնների Առաջնային Հետազոտչափի (ՄԱՀ) (անգլերեն Muon Forward Tracker) դետեկտորում Cellular Automata մեթոդի հիման վրա մասնիկների հետազոտչափի վերականգնման կատարողականության հետազոտումը**

ՄԱՀ-ը՝ սիլիկոնային պիքսելներից կազմված 5 գրանցող հարթություններով դետեկտոր է: Այն տեղադրվելու է Մյուոնային Սպեկտրաչափի (ՄՍ) աքսետանսի սահմաններում՝ փոխազդեցության գագաթի և հաղորոնային կլանիչի միջև: ՄԱՀ-ում և ՄՍ-ում գրանցված մյուոնային հետազոտչափի կարելի մեկը մյուսի հետ պետք է ապահովի մյուոնային հետազոտչափի չափման ճշգրտության զգալի բարելավում, ինչն առանձնապես կարևոր է երկմյուոնների զանգվածների չափման պատշաճ լուծողականության տեսակետից: ՄԱՀ-ը ինտեգրվելու է ALICE գիտասարքի մեջ 2019 թվականին:

Մյուոնային Համագործակցության առաջարկությամբ՝ 2016 թ. սկզբից ԱՄԳԼ-ի ALICE խումբը ընդգրկվել է ՄԱՀ-ի ծրագրային ապահովման զարգացման աշխատանքների մեջ: Մասնավորապես, խմբի անդամ, 4-րդ տարվա բակալավր **Մարիամ Փիլիկյանը** աշխատել է ՄԱՀ-ի մասնագետներ Bogdan Vulpesku-ի, Raphael Tieulent-ի և Antonio Uras-ի հետ ՄԱՀ-ում մասնիկների հետազոտչափի վերականգնման խնդրի վրա, որի լուծման համար ընդունվել է առաջատար **Cellular Automata** մեթոդը, որը զգալիորեն արագացնում և պարզեցնում է վերականգնման գործընթացը: ՄԱՀ-ի մեր գործընկերների առաջարկությամբ, Մ. Փիլիկյանը հանձն է առել վերականգնման գործընթացի վիզուալացման ծրագրային ապահովման մշակումը:

## ALICE գիտափորձի Run-երի ընթացքում համակարգերի աշխատանքի հսկողություն (Shifts)

DQM, *Data Quality Monitoring*` Ն. Մանուկյան, 6 հերթափոխ, յուրաքանչյուրը 8 ժամ տևողությամբ;

DCS, *Detector Control System*` Ա. Աբրամյան, 6 հերթափոխ, յուրաքանչյուրը 8 ժամ տևողությամբ

## Հրատարակումներ

### ATLAS-experiment

**1. A measurement of the calorimeter response to single hadrons and determination of the jet energy scale uncertainty using LHC Run-1  $pp$ -collision data with the ATLAS detector.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.;...Vardanyan G. et al  
Eur. Phys. J. C arXiv:1607.08842

**2. Topological cell clustering in the ATLAS calorimeters and its performance in LHC Run 1.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.;...Vardanyan G. et al  
Eur. Phys. J. C arXiv:1603.02934

**3. The performance of the jet trigger for the ATLAS detector during 2011 data taking.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.;...Vardanyan G. et al  
Eur. Phys. J. C76 (2016) 526 arXiv:1606.07759

**4. Measurement of the charged-particle multiplicity inside jets from  $s\sqrt{=8}$  TeV  $pp$  collisions with the ATLAS detector.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.;...Vardanyan G. et al  
Phys. J. C76(6), 1-23 (2016) arXiv:1602.00988

**5. Performance of algorithms that reconstruct missing transverse momentum in  $s\sqrt{=8}$  TeV proton--proton collisions in the ATLAS detector.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.; ...Vardanyan G. et al  
Eur. Phys. J. C arXiv:1609.09324

**6. Study of hard double-parton scattering in four-jet events in  $pp$  collisions at  $s\sqrt{=7}$  TeV with the ATLAS experiment.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.;...Vardanyan G. et al  
JHEP, arXiv:1608.01857

**7. Measurement of the total cross section from elastic scattering in  $pp$  collisions at  $s\sqrt{=8}$  TeV with the ATLAS detector.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.;...Vardanyan G. et al  
Phys. Lett. B 761 (2016) 158 arXiv:1607.06605

**8. Measurement of the inclusive isolated prompt photon cross section in  $pp$  collisions at  $s\sqrt{=8}$  TeV with the ATLAS detector.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.;...Vardanyan G. et al  
JHEP 06 (2016) 005 arXiv:1605.03495

**9. Charged-particle distributions in  $pp$  interactions at  $s\sqrt{=8}$  TeV measured with the ATLAS detector at the LHC.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.; ...Vardanyan G. et al  
Eur. Phys. J. C (2016) 76:403 arXiv:1603.02439

**10. A search for top squarks with R-parity-violating decays to all-hadronic final states with the ATLAS detector in  $s\sqrt{=8}$  TeV proton--proton collisions.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.;...Vardanyan G. et al  
JHEP06 (2016) 067, arXiv:1601.07453

**11. A search for an excited muon decaying to a muon and two jets in  $pp$  collisions at  $s\sqrt{=8}$  TeV with the ATLAS detector.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.;...Vardanyan G. et al  
New J. Phys. 18 (2016) no. 7, 073021 arXiv:1601.05627

**12. Measurement of jet activity in top quark events using the  $e\mu$  final state with two  $b$ -tagged jets in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV with the ATLAS detector.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.; ...Vardanyan G. et al  
JHEP 09 (2016) 074 arXiv:1606.09490

**13. Luminosity determination in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV using the ATLAS detector at the LHC.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.; ...Vardanyan G. et al  
Eur. Phys. J. C arXiv:1608.03953

**14. Measurement of the  $bb\bar{Z}$  dijet cross section in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s}=7$  TeV with the ATLAS detector.**

By: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; ...Hakobyan H.; ...Vardanyan G. et al Eur. Phys. J. C arXiv:1607.08430

**CMS-experiment**

1. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for vectorlike charge  $2/3$  T quarks in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICAL REVIEW D 93, 1, 012003 (2016)
2. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for new phenomena in monophoton final states in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICS LETTERS B 755, 102-124 (2016)
3. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for resonant  $t(\bar{t})$  production in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICAL REVIEW D 93, 1, 012001 (2016)
4. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for Narrow Resonances Decaying to Dijets in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV  
PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 116 Issue: 7 Published: FEB 18 2016
5. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for supersymmetry in the multijet and missing transverse momentum final state in  $pp$  collisions at 13 TeV  
PHYSICS LETTERS B 758, 152-180 (2016)
6. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. A search for pair production of new light bosons decaying into muons  
PHYSICS LETTERS B Volume: 752 Pages: 146-168 Published: JAN 10 2016
7. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for Resonant Production of High-Mass Photon Pairs in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s}=8$  and 13 TeV  
PHYSICAL REVIEW LETTERS 117, 5, 051802 (2016)
8. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for Narrow Resonances in Dijet Final States at  $\sqrt{s}=8$  TeV with the Novel CMS Technique of Data Scouting  
PHYSICAL REVIEW LETTERS 117, 3, 031802 (2016)
9. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for pair-produced vectorlike B quarks in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICAL REVIEW D 93, 11, 112009 (2016)
10. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Inclusive and differential measurements of the  $t(\bar{t})$  charge asymmetry in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICS LETTERS B 757, 154-179 (2016)
11. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Transverse momentum spectra of inclusive b jets in pPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  TeV  
PHYSICS LETTERS B 754, 59-80 (2016)
12. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Observation of top quark pairs produced in association with a vector boson in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS 1, 096 (2016)
13. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Measurement of Long-Range Near-Side Two-Particle Angular Correlations in  $pp$  Collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV  
PHYSICAL REVIEW LETTERS 116, 17, 172302 (2016)

14. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for single production of scalar leptoquarks in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICAL REVIEW D 93 , 3 , 032005 (2016)
15. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Measurement of the charge asymmetry in top quark pair production in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV using a template method  
PHYSICAL REVIEW D 93 , 3 , 034014 (2016)
16. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Study of B Meson Production in p plus Pb Collisions at  $\sqrt{s(NN)}=5.02$  TeV Using Exclusive Hadronic Decays  
PHYSICAL REVIEW LETTERS 116 , 3 , 032301 (2016)
17. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Measurement of transverse momentum relative to dijet systems in PbPb and pp collisions at  $\sqrt{s(NN)}=2.76$  TeV  
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS 1 , 006 (2016)
18. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for a low-mass pseudoscalar Higgs boson produced in association with a  $b(\bar{b})$  pair in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICS LETTERS B 758 , 296-320 (2016)
19. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Measurement of the CP-violating weak phase  $\phi(s)$  and the decay width difference  $\Delta\Gamma(s)$  using the  $B_s(0) \rightarrow J/\psi \phi(1020)$  decay channel in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICS LETTERS B 757 , 97-120 (2016)
20. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Correlations between jets and charged particles in PbPb and pp collisions at  $\sqrt{s(NN)}=2.76$  TeV  
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS 2 , 156 (2016)
21. Khachatryan, V.; Sirunyan, A. M.; Tumasyan, A.; et al. Search for a Higgs boson decaying into  $\gamma\gamma \rightarrow \ell\ell$  with low dilepton mass in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICS LETTERS B 753 , 341-362 (2016)
22. Khachatryan, V.; Sirunyan, A. M.; Tumasyan, A.; et al. Measurement of the top quark mass using charged particles in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICAL REVIEW D 93 , 9 , 092006 (2016)
23. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Search for a massive resonance decaying into a Higgs boson and a W or Z boson in hadronic final states in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS 2 , 145 (2016)
24. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Measurements of  $t(\bar{t})$  charge asymmetry using dilepton final states in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
PHYSICS LETTERS B 760 , 365-386 (2016)
25. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Measurement of the ratio  $B(B_s(0) \rightarrow J/\psi f_0(980))/B(B_s(0) \rightarrow J/\psi \phi(1020))$  in pp collisions at  $\sqrt{s}=7$  TeV  
PHYSICS LETTERS B 756 , 84-102 (2016)
26. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Measurement of the  $t(\bar{t})$  production cross section in the all-jets final state in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C 76 , 3 , 128 (2016)
27. Khachatryan V.; Sirunyan A. M.; Tumasyan A.; et al. Measurement of differential cross sections for Higgs boson production in the diphoton decay channel in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV  
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C 76 , 1 , 13 (2016)

### ALICE - experiment

- 1) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Study of cosmic ray events with high muon multiplicity using the ALICE detector at the CERN Large Hadron Collider**’ *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* 01 (2016) 032(24)
- 1) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Centrality evolution of the charged-particle pseudorapidity density over a broad pseudorapidity range in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *Phys. Lett. B* 754 (2016) 373-385
- 2) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Forward-central two-particle correlations in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV**’ *Phys. Lett. B* 753 (2016) 126-139
- 3) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Direct photon production in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *Physics Letters B* 754 (2016) 235-248
- 4) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Centrality dependence of pion freeze-out radii in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *Phys. Rev. C* 93 (2016) 024905 (18)
- 5) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Multipion Bose-Einstein correlations in pp, p-Pb, and Pb-Pb collisions at the LHC**’ *Phys. Rev. C* 93 (2016) 054908(20)
- 6) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Elliptic flow of muons from heavy-flavour hadron decays at forward rapidity in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *Physics Letters B* 753 (2016) 41-56
- 7) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Pseudorapidity and transverse-momentum distributions of charged particles in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV**’ *Physics Letters B* 753 (2016) 319-329
- 8) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Azimuthal anisotropy of charged jet production in  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV Pb-Pb collisions**’ *Physics Letters B* 753 (2016) 511-525
- 9) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Measurement of electrons from heavy-flavour hadron decays in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV**’ *Physics Letters B* 754 (2016) 81-93
- 10) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘ **$\Lambda^3\text{H}$  and  $\Lambda^3\text{H}^-$  production in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *Physics Letters B* 754 (2016) 360-372
- 11) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Multiplicity and transverse momentum evolution of charge-dependent correlations in pp, p-Pb, and Pb-Pb collisions at the LHC**’ *Eur. Phys. J. C* 76 (2016) 86(24) DOI: <http://dx.doi.org/10.1140/epjc/s10052-016-3915-1>
- 12) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Measurement of  $D_s^+$  production and nuclear modification factor in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *JHEP* 03 (2016) 082(32)
- 13) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Transverse momentum dependence of D-meson production in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *JHEP* 03 (2016) 081(42)

- 14) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Centrality dependence of the nuclear modification factor of charged pions, kaons, and protons in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=2.76$  TeV’** *Phys. Rev. C* 93 (2016) 034913(31)
- 15) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Event shape engineering for inclusive spectra and elliptic flow in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=2.76$  TeV’** *Phys. Rev. C* 93 (2016) 034916(22)
- 16) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Anisotropic flow of charged particles in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  TeV’** *Phys. Rev. Lett.* 116 (2016) 132302(12)
- 17) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Inclusive quarkonium production at forward rapidity in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV’** *Eur. Phys. J. C* 76 (2016) 184(13)
- 18) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Charge-dependent flow and the search for the Chiral Magnetic Wave in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV’** *Phys. Rev. C* 93 (2016) 044903(14)
- 19) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Production of  $K^*(892)$  and  $\phi(1020)$  in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV’** *Eur. Phys. J. C* 76 (2016) 245(21)
- 20) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Multi-strange baryon production in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ ’** *Phys. Lett. B* 758 (2016) 389-401
- 21) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Centrality dependence of charged jet production in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV’** *Eur. Phys. J. C* 76 (2016) 271(16)
- 22) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Particle identification in ALICE: a Bayesian approach’** *Eur. Phys. J. Plus* 131 (2016) 168(24)
- 23) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Differential studies of inclusive  $J/\psi$  and  $\psi(2S)$  production at forward rapidity in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV’** *JHEP* 05 (2016) 179(48)
- 24) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Measurement of an excess in the yield of  $J/\psi$  at very low  $p_T$  in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV’** *Phys.Rev.Lett.* 116 (2016) 222301(13)
- 25) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Centrality dependence of the charged-particle multiplicity density at mid-rapidity in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV’** *Phys. Rev. Lett.* 116 (2016) 222302(12)
- 26) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Pseudorapidity dependence of the anisotropic flow of charged particles in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=2.76$  TeV’** *Phys. Lett. B* 762 (2016) 376-388
- 27) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Multiplicity dependence of charged pion, kaon, and (anti)proton production at large transverse momentum in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV’** *Phys. Lett. B* 760 (2016) 720-735
- 28) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Measurement of D-meson production versus multiplicity in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  TeV’** *JHEP* 08 (2016) 078(43)
- 29) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. **‘Elliptic flow of electrons from heavy-flavour hadron decays at mid-rapidity in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV’** *JHEP* 09 (2016) 028(40)

- 30) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Jet-like correlations with neutral pion triggers in pp and central Pb-Pb collisions at 2.76 TeV**’ *Phys Lett. B763 (2016) 238-250*

### H1- experiment

1. V. Andreev, A. Baghdasaryan, K. Begzsuren et.al.  
Exclusive rho0 Meson Photoproduction with a Leading Neutron at HERA  
Eur.Phys.J.C76(2016)1,41
2. V. Andreev, A. Baghdasaryan, K. Begzsuren et.al.  
Search for QCD Instanton-Induced Processes at HERA in the High-Q2  
Eur.Phys.J.C76(2016)7,1
3. V. Andreev, A. Baghdasaryan, K. Begzsuren et.al.  
Measurement of Jet Production Cross Sections in Deep-inelastic ep  
Scattering at HERA  
DESY-16-200 [arxiv:1611.03421]

### 100/2. Էլեկտրամագնիսական փոխազդեցություններ բարձր էներգիայի էլեկտրոնների և ֆոտոնների հետ (JLAB, Hall A,B,C,D)

Ղեկ. ֆիզ.մաթ.գիտ.թեկնածու Ն.Դաշյան

### ❖ Hall-A («Ա» փորձարարական սրահ)

Հաշվետու ժամանակաշրջանում Ջեֆերսոն Լաբորատորիա այցելությունների անհնարինության պատճառով հիմնական աշխատանքներին մեր մասկցությունը ունեցել ենք Երևանից, որի ընթացքում կատարվել են հետևյալ աշխատանքները՝ - SBS-ի (Super BigBite-Spectrometer) բազմականալային էլեկտրամագնիսական կալորիմետրի՝ ECAL-ի նախատիպը: 2015-ի գարնանը փնջի տակ ստուգելուց հետո անհրաժեշտություն եղավ նախագծել 200 կանալներով C200 նախատիպ, որը նախագծվեց Երևանում և բոլոր գծագրերը ուղարկվեցին ԱՄՆ, Stone Brook University, նախատիպը կառուցելու: Այս պահին սկսվել են կառուցման աշխատանքները:

-Մասնակցում ենք կառուցման ընթացիկ քննարկումներին և անհրաժեշտության դեպքում կատարում ենք մեր առաջարկությունները: Կառուցելուց հետո, որը պլանավորված է վերջացնել 2017թ գարնանը պետք է նորից փորձարկվի փնջի տակ, և ավելի մանրամասն ստուգվի կապարային ապակիների ջերմային վերականգնման արդյունավետությունը և մշակված տեխնոլոգիան:

-C200 փնջի տակ փորձարկումից հետո նախատեսված է 1800 կանալով C1800-ի նախագծման աշխատանքները, որի համար կա նախնական պայմանավորվածություն, նախագծումը պետք է կատարվի ԵրՖԻ-ում:

-Մասնակցել ենք 2400 կանալով կոորդինատային դետեկտորի կառուցման ընթացիկ քննարկումներին, մասնավորապես, Երևանում նախագծված



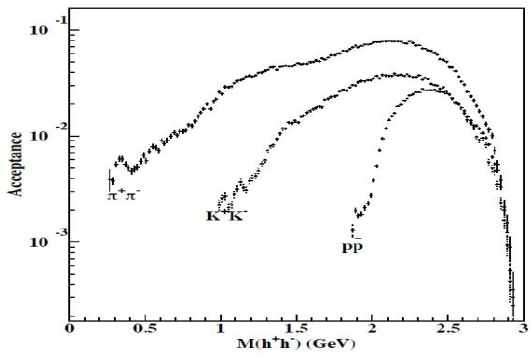
բազմաանոդային ՖԷԲ-ի էլքերի ազդանշանների հավասարեցման էլեկտրոնիկայի արտադրողի հետ վերջնական տարբերակի ընտրությանը:

-Կորդինատային դետեկտորում օգտագործվող բազմաանոդային ՖԷԲ-ի՝ 168 հատի համար բարձր լարման համակարգի նախագծման աշխատանքներին ունեցել ենք ակտիվ մասնակցություն: Կորդինատային դետեկտորը SBS-ի դետեկտորներից է և օգտագործվելու է GEP (պրոտոնի էլեկտրական ֆորմ-ֆակտոր) գիտափորձում:

-2016 թ ամռանը մեկ ամիս ժամանակով հրավիրել էին Իտալիա, որտեղ INFN-ի Կատանիայի բաժանմունքում մասկացել են GEM (Gas Electron Multiplier) դետեկտորի կառուցման և թեստավորման աշխատանքներին. GEM նույնպես հանդիսանում է SBS-ի (Super BigBite-Spectrometer) դետեկտորներից մեկը:

❖ **Hall- B («Բ» փորձարարական սրահ)**

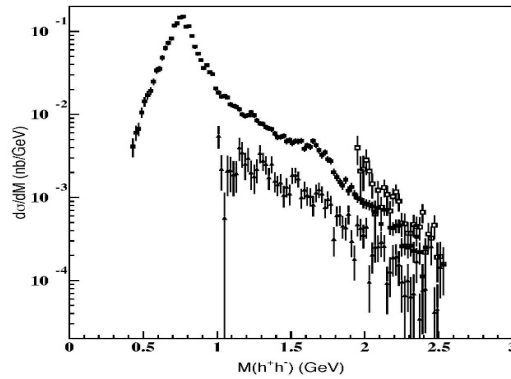
- 2016թ ընթացքում ավարտվել է Ե. Ղանդիլյանի թեկնածուականատենախոսության հետ կապված տվյալների մշակումը: Ատենախոսության թեման է՝ «Պրոտոն-հակապրոտոն զույգի կոհերենտ ֆոտոծնումը դեյտերիումի թիրախի վրա CLAS-ում», և գիտական ղեկավարն է CEBAF (ԱՄՆ) ազգային գիտական լաբորատորայի ավագ գիտաշխատող Ստեփան Ստեփանյանը:
- Մասնավորապես Մոնտե-Կառլո մոդելավորման միջոցով ստեղծվել է ֆիզիկական տվյալների գեներատոր որպես հիմք վերցնելով լրիվ էքսկյուզիվ  $\gamma d \rightarrow d p \bar{p}$  ռեակցիայի համար ստացված հաշվարկները: GEANT վիրտուալ փորձարարական սարքավորման մոդելի միջոցով բաց է թողնվել գեներացված դեպքերը (GSIM, Geant մոդելավորման կոդ գրված CLAS-ի համար): Այնուհետև օգտագործելով GPP (GEANT Post Processor) և RECSIS (Reconstruction System) ծրագրերը և հաշվի առնելով գիտափորձի կոնկրետ պայմանները, համապատասխանաբար վերականգնվել են դեպքերը (Նկ.1):



Նկ. 1 Կոհերենտ ֆոտոծնման երեք ռեակցիաների համար CLAS-ի ընկալունակությունը որպես ֆունկցիա հաղորնային զույգի

- CLAS-ի էֆֆեկտիվության տիրույթում ստացվել են  $\gamma d \rightarrow d p \bar{p}$ ,  $\gamma d \rightarrow \pi^+ \pi^- d$  և  $\gamma d \rightarrow K^+ K^- d$  լրիվ է քսկյուզիվ ռեակցիաների կտրվածքները, որպես ֆունկցիա զույգի ինվարիանտ զանգվածից՝  $M(h^+h^-)$  (Նկ.2), փոխանցված քառաչափ

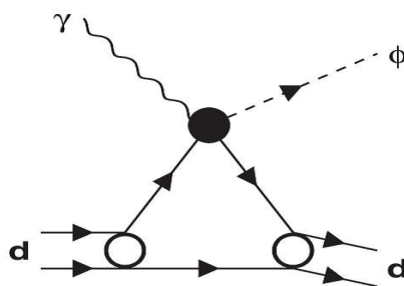
իմպուլսի քառակուսուց՝  $t$ , ինչպես նաև հադրոնային զույգի զանգվածի կենտրոնի համակարգում դրական մասնիկի ցրման անկյունից՝  $\cos\theta_{CM}$ : Ստացված արդյունքները ներկայացվել են CLAS-կոլաբորացիոն համաժողովի ընթացքում:



**Նկ.2 Դեյտրոնի վրա  $\pi^+\pi^-$ ,  $K^+K^-$  և  $p\bar{p}$  զույգերի կոհերենտ ֆոտոծնման դիֆերենցիալ կտրվածքը կախված զույգի ինվարիանտ զանգվածից: Կտրվածքները ստացվել են ֆոտոնի 4.5 - 5.5 ԳԷՎ**

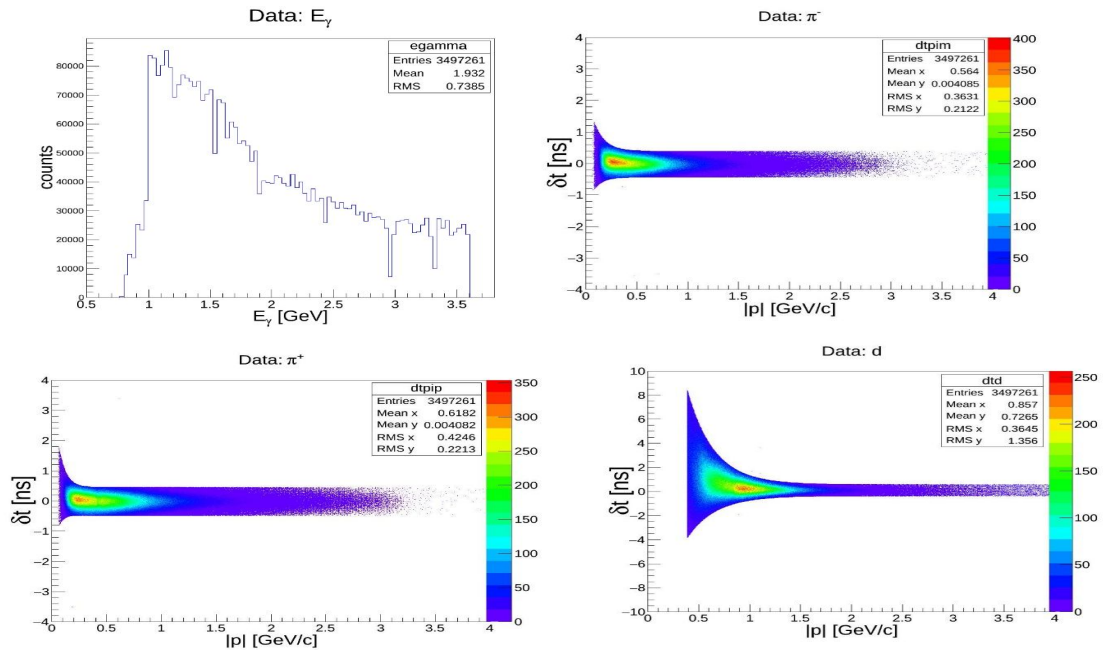
- Ստացված արդյունքներն ամփոփված են Ե. Ղանդիլյանի ատենախոսության մեջ: Ատենախոսության պաշտպանությունը պլանավորվում է անցկացնել 2016թ. Նոյեմբերի 22-ին:
- Ստացված արդյունքները տպագրվել են նաև 2016թ. Armenian Journal of Physics գիտական ամսագրում:
- Շարունակվում են աշխատանքները  $\omega$  մեզոնների կոհերենտ ֆոտոծնման երևույթի ուսումնասիրության շուրջ: Բարձր էներգիաների տիրույթում վեկտոր մեզոնների կոհերենտ ֆոտոծնումը դեյտերումի վրա նախկինում օգտագործվել է վեկտոր մեզոնների նուկլոնի վրա ցրման կտրվածքի ուսումնասիրություններում:

Փոխանցված քառաչափ իմպուլսների ( $-t$ ) փոքր արժեքների դեպքում պրոցեսում գերակշռում են միայնակ ցրումները (Նկ.1), երբ միայն մեկ նուկլոն է մասնակցում ռեակցիային:

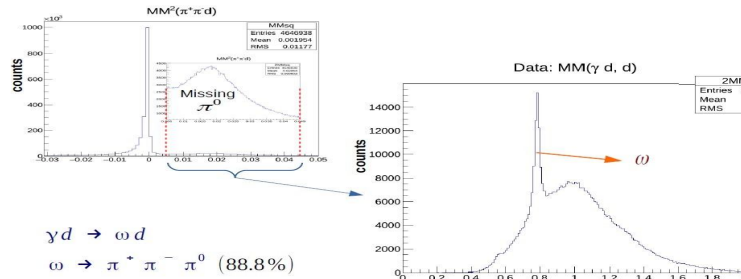


**Նկ.3**

- Շարունակվում են մասնիկների նույնականացման աշխատանքները:

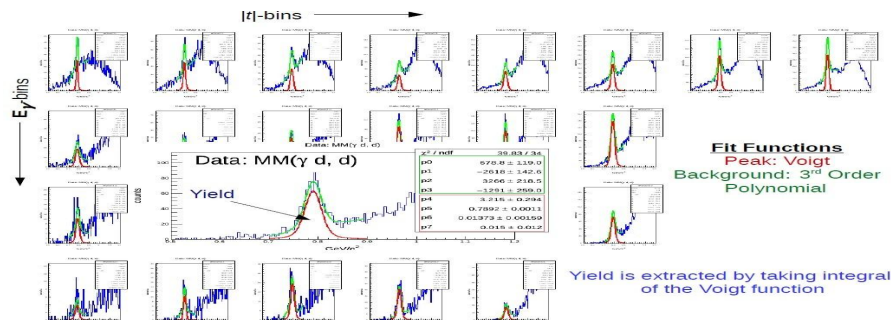


- Մեզ հետաքրքրող  $\gamma+d \rightarrow d' + \omega$  տվյալներն ընտրվել են, օգտվելով  $\gamma+d \rightarrow d' + \pi^+ + \pi^0 + X$  վերջնական վիճակի համար պակասող զանգվածի քառակուսու բաշխվածության վրա սահմանափակում դնելով, որը համապատասխանում է  $\pi^0$  զանգվածի քառակուսուն (Նկ.4):



Նկ.4

- Նույնականացման աշխատանքներն կատարվում են ռեակցիայի բոլոր մասնիկների զանգվածի կենտրոնի կենդիայի և փոխանցված քառաչափ ինպուլսի քառակուսու փոքր տիրույթներում  $\gamma+d \rightarrow d' + X$  ռեակցիայի, X մասնիկի պակասող զանգվածի բաշխվածության համեմատումը (fit) տարբեր ֆիզիկական պրոցեսների հետ որպեսզի առանձնացնենք  $\omega$  մեզոնի ծնման դեպքերը (Նկ.5):



Նկ.5

- Շարունակվում են Կարճագող Նուկլոնային Կորելացիաներ (ԿՆԿ) ուսումնասիրման աշխատանքները, «տվյալների վերամշակման» (**Data Mining**) շրջանակներում:
- Աշխատանքն իրականացվում է EG2 գիտափորձից ստացված տվյալների բազայի վրա: Շարունակվում են սկեյլինգի էֆֆեկտի (**scaling effect**) ուսումնասիրման աշխատանքները, մի շարք ծանր միջուկներով և ջրածնի միջուկով իրականացված ինկլյուզիվ ռեակցիաների կտրվածքների հարաբերությունների միջոցով:

Այդ 2016թ.-ին

- Կատարվել են իմպուլսի ուղղման հաշվարկներ
- Գրվել է "CLAS Analysis Note" ծանոթագրությունը հետևյալ թեմայով՝ "Study scaling effect in the ratio of cross sections of inclusive reaction  $A(e,e')$  to  ${}^2H(e,e')$  at  $X_B > 1.4$  and  $Q^2 > 1.4 \text{ GeV}^2$  region"
- E2a և E2b գիտափարձերի վերամշակված տվյալների (recooking) հիման վրա ուսումնասիրվում են երեք նուկլոնային կորելացիաները: Ուսումնասիրման նպատակն է հաստատել երեք նուկլոնային կորելացիաների վերաբերյալ ավելի վաղ ստացված նախնական արդյունքները, նորացված և բարելավված ծրագրային փաթեթի միջոցով:
- Մշակման աշխատանքների համար 2016թ.իրականացվել են աշխատանքներ նոր ծրագրային փաթեթներ ստեղծելու ուղղությամբ, հստակ դեպքերի համար:

Սպասարկման աշխատանքներ,

- AutoCad ծրագրով գծագրվել են Բարձր Շեմային Չերենկովյան Հաշվիչների (**HTCC**) փոխանցման վահանակները (**Patch Panel**), որոնք ապահովում են 48 բարձր լարման և 96 ազդանշանային մալուխների մեկ այլ համակարգին փոխանցումը: Աշխատանքը կկիրառվի CLAS-12 գիտափորձի շրջանակներում իրականացվող գիտափորձերում: Աշխատանքն իրականացվել է ԵրՖԻ-ից, հեռադեկավարման միջոցով:

❖ **Hall-C(«Գ»փորձարարականսրահ)**

**1. SHMS էլեկտրամագնիսական կալորիմետրի նախնական ստուգումները կոսմիկական մասնիկներով սպեկրտոմետրում տեղադրված վիճակում**

Էլեկտրամագնիսական կալորիմետրը նախատեսված է SHMS սպեկրոմետրում էլեկտրոնների և հադրոնների տարանջատման համար: Սարքը կազմված է հեղեղային (Shower) և նախահեղեղային (Preshower) մասերից: Հեղեղային մասը կառուցված է 35 սմ երկարության և 9×9 սմ2 ճակատային չափերով F-101 տեսակի ծանր ապակյա 224 մոդուլներից, որոնց լույսի գրանցման համար կցված են Philips XP3461 ՖԷԲ-ներ: Նախահեղեղային գրանցիչը նախատեսված է SHMS կալորիմետրի հեղեղային մասի հետ համատեղ օգտագործման համար: Այն թույլ է տալու էապես բարելավել էլեկտրոնների և հադրոնների տարանջատումը: Նախահեղեղային և հեղեղային հաշվիչների համատեղ օգտագործման դեպքում, էլեկտրոնի գրանցման 99% էֆեկտիվության համար պիոնի ճնշման գործակիցը կալորիմետրում կարող է կազմել մի քանի տասնյակ: Նախահեղեղային սարքը կազմված է 10 սմ հասությամբ, 10 սմ լայնության և 70 սմ երկարության TF-1

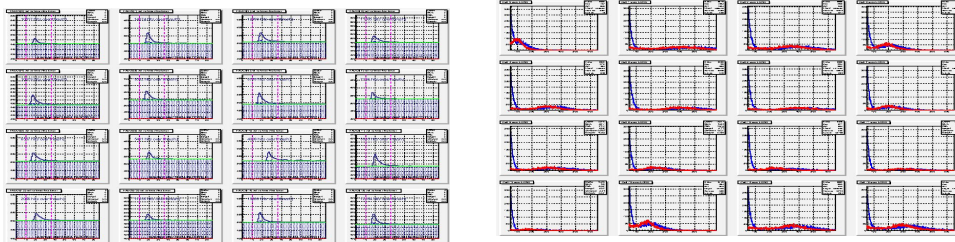
տեսակի ծանր ապակյա 28 բլոկներից, որոնք օպտիկապես մեկուսացված լինելով, շարված են երկուական ճակատ-ճակատի, ծածկելով 140×140 սմ2 էֆֆեկտիվ մակերես: Չերենկովյան լույսը գրանցվում է երկու կողերից Philips XP3462B տեսակի ՖԷԲ-ներով: 2015 թ.-ին կալորիմետրը (հեղեղային և նախահեղեղային մասերը) արդեն տեղադրվել էր SHMS մագնիսական սպեկտրոմետրում, բայց առանց նրա ՖԷԲ-ների սնման, ազդանշանների գրանցման, և տվյալների մշակման ծրագրային համակարգի:

2016 թ.-ին ավարտեցինք SHMS-ի էլեկտրամագնիսական կալորիմետրի նախահեղեղային և հեղեղային մասերի էլեկտրոնիկայի հավաքման, բարձր լարման և ազդանշանային մալուխների միացման աշխատանքները, և սկսեցինք նրանց ստուգումները կոսմիկական մյուոններով: Բոլոր 252 PMT-ների ազդանշանները ամբողջությամբ միացվեցին fADC-ներին, կազմվեց նախահեղեղային մասի (Preshower) էլեկտրոնիկայի շղթան և այն ընդգրկվեց մասնիկների տարանջատման համակարգում: Իդեալ, կալորիմետրի բոլոր էլեկտրոնիկան տեղադրված է SHMS պաշտպանիչ տնակում, գրանցիչ սարքերի անմիջական հարեվանության:



*Նկար 1.1 SHMS էլեկտրամագնիսական կալորիմետրի տեսքը և նրա մալուխների միացումը ետեւից (ձախից), և ազդանշանների միացման սխեման fADC-ներին (աջից):*

Կալորիմետրը միացվել է բարձր լարման և տվյալների գրանցման համակարգին և նրա բոլոր մոդուլների աշխատունակությունը նախնական ստուգվել է կոսմիկական մյուոններով: Նկար 1.2-ում, որպես օրինակ, բերված են fADC-ներում գրանցված ժամանակային և էներգետիկ բաշխումները մի քանի մոդուլների համար: Կալորիմետրն պատրաստ է շահագործման և էլեկտրոնային փնջով ստուգումներին:

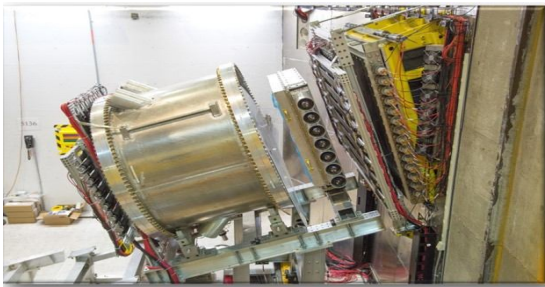


*Նկար 1.2. SHMS կալորիմետրի ժամանակային (ձախից), և ամպլիտուդային (աջից) բաշխման օրինակներ, որոնք ստացվել են fADC-ների տվյալների մշակումից*

**2. SHMS սպեկտրոմետրի աերոջելային Չերենկովյան հաշվիչի նախնական ստուգումները կոսմիկական մասնիկներով վերջնական տեղադրված վիճակում**

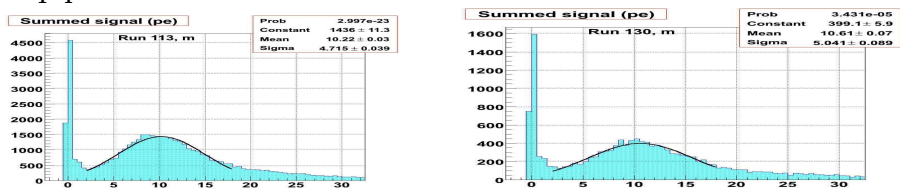
SHMS սպեկտրոմետրում մինչև 7 ԳԷՎ իմպուլսային տիրույթում կառնների տարանջատման աերոջելային Չերենկովյան հաշվիչների կառուցվածքը, նրանց օպտիմիզացման և տեղադրման աշխատանիսները ներկայացվել են մեր 2015 թ. հաշվետվությունում: Ինչպես այնտեղ նկարագրված է, ԱՍԳԼ-ի խումբը CUA համալսարանի հետ համատեղ հաշվարկել, նախագծել և կառուցել է շեմային Չերենկովյան հաշվիչ, որը հեշտությամբ կարելի է վերափոխել և օգտագործել չորս տարբեր բեկման ցուցիչներով ( $n = 1.030, 1.020, 1.015, \text{և } 1.011$ ) աերոջել: Այն ունի մեկ ընդհանուր դիֆֆուզիոն խուց և չորս աերոջելային խցեր, լցված տարբեր աերոջելով:

2016 թվականին սարքի բոլոր 14 ՖԷԲ-ները միացվել են բարձր լարման համակարգին, իսկ նրանց էլքային ազդանշանները կարդացվել են fADC-ներով, ստեղծվել են տվյալների կարդեցման և մշակման ծրագրերը: Աերոջելային հաշվիչների երկու տարբերակը ( $n = 1.030$  և  $1.015$ ) ստուգվել են կոսմիկական ճառագայթների գրանցմամբ: Կառնների տարանջատման Աերոջելային հաշվիչը տեղադրված է գազային Չերենկովյան հաշվիչի և հողոսկոպի 2-րդ հարթության միջև:



*Նկար 2.1. SHMS-ի կառնների տարանջատման աերոջելային հաշվիչը տեղադրված է գազային Չերենկովյան հաշվիչի և 2-րդ հողոսկոպային հաշվիչի միջև: Նկարում (կողից) երևում են նրա 7 ֆոտոբազմապատկիչները:*

Տիեզերական ճառագայթներով  $n = 1.030$  և  $1.015$  աերոջելների համար ստացված փորձնական տվյալները բերված են նկար 2.2. Նրանք շատ մոտ են նախկինում լաբորատոր պայմաններում ստացված և հաշվարկներից սպասվող արդյունքներին: Նշենք, որ  $n = 1.015$  աերոջելի համար գրանցվել է համարյա նույն քանակի ֆոտոէլեկտրոններ ինչ  $1.030$ -ի համար, շնորհիվ աերոջելի բարձր օպտիկական որակի և նրա աերոջելային խցում որպես անդրադարձիչ Gore նյութի օգտագործման:



*Նկար 2.2 Տիեզերական մյուռններով  $n = 1.030$  (ձախից) և  $1.015$  (աջից) աերոջելների համար ստացված գումարային ֆոտոէլեկտրոնների բաշխումները*

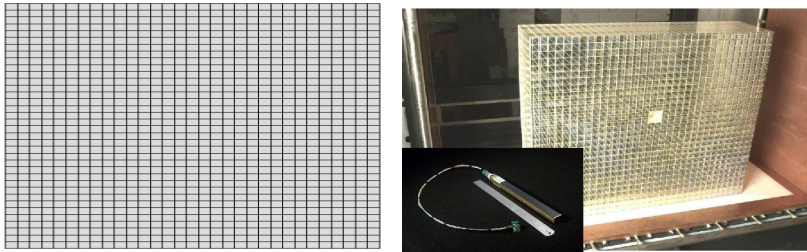
Այս սարքը լրիվ պատրաստ է գիտափորձի պայմաններում հետազա ստուգումների, և այն խիստ կարևոր է 12 ԳէՎ էներգիաներում  $e/\pi$ ,  $\pi/K$  և  $K/p$  տարանջատման համար:

### 3. Չեզոք մասնիկների սպեկտրոմետրի նախագծի հետ կապված աշխատանքներ

Կատարել են հետազա ուսումնասիրություններ կապված 1200  $PbWO_4$ -ից բաղկացած չեզոք մասնիկների սպեկտրոմետրի (NPS կալորիմետրի) ուղղությամբ: Այս համեմատաբար հեռու ապագաի սարքը հարկավոր է 5 արդեն հաստատված գիտափորձերին, դրանցից մեկի ( $\pi 0$  –SIDIS) հեղինակն է ԵրՖԻ-ն:

Չեզոք մասնիկների սպեկտրոմետրի (NPS) նախատիպը ենթարկվել է որոշ կատարելագործման, բարելավվել է նրա մեխանիկական կայունությունը, լավացվել է մոդուլների օպտիկական մեկուսացումը: Պատրաստվում են չափումներ, որոնց նպատակն է ուսումնասիրել մագնիսական դաշտի ազդեցությունը NPS սարքի բնութագրերի վրա և պարզել նրա մաքնիսական էկրանավորման էֆֆեկտիվությունը:

NPS-կալորիմետրը կլինի նմանակը նախկինում B-սրահի PrimEx գիտափորձում օգտագործված HyCal-ի:

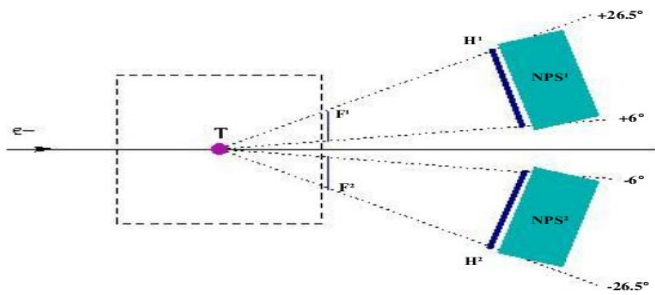


Նկար 3.1 NPS կալորիմետրի սխեմատիկ տեսքը ձախիզ): Այն կազմված է մոտ 1200  $PbWO_4$  օպտիկապես մեկուսացված մոդուլներից: Աջից ցուցադրված է նախկինում B-սրահի PrimEx գիտափորձում օգտագործված HyCal-ը, որի նմանակը կլինի NPS-ը:

### 4. TCS գիտափորձի առաջարկին վերաբերվող աշխատանքներ

Ժամանականման Կոմպտոնյան ցրման (TCS) գիտափորձի նպատակն է մի նոր անկախ մոտեցմամբ ուսումնասիրել պրոտոնի ընդհանրացված պարտոնային բաշխումները (GPD-ները): GPD-ների փորձնական ուսումնասիրման ամենահարմար եղանակը համարվում է ֆոտոնի խորը վիրտուալ Կոմպտոնյան ցրումը (DVCS) պրոտոնի վրա: TCS-ը DVCS-ի հայելային արտապատկերն է և թույլ է տալիս չափել GPD-երը մեկ այլ ռեժիմում: Սա կարեվոր է GPD-ների ընդհանրականությունը հաստատելու համար: Փորձի ընթացքում գրանցվելու է լայնական բևեռացված պրոտոնի վրա էլեկտրոնի ցրումից առաջացած էներգետիկ ֆոտոնի տրոհումը էլեկտրոն–պոզիտրոն զույգի, ցրման ռեակցիայի էքսկյուզիվ պայմաններում, և երբ՝ սկզբնական ֆոտոնի վիրտուալությունը մոտ է զերոյի (համարյա ռեալ ֆոտոններ): Փորձը նախատեսում է 11 ԳէՎ էներգիայով էլեկտրոնային փունջ, փնջին ուղղահայաց բևեռացված ջրածնային ( $NH_3$ ) թիրախ, կապարի վոլֆրամատի զույգ NPS տեսակի կալորիմետրներ (տես §2)՝  $e^+/e^-$  զույգը

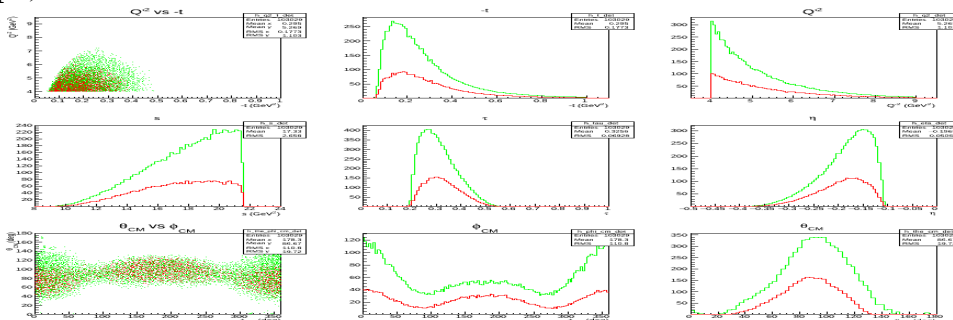
գրանցելու համար, և գույգ սցինտիլյացիոն երկշերտանի հողոսկոպներ՝ ետհարվածի պրոտոնը գրանցելու համար: Նկար 4.1-ում բերված է առաջարկվող գիտափորձի սարքավորման սխեմատիկ տեսքը կողից:



Նկար 4.1. TCS գիտափորձի համար առաջարկված սարքավորման դասավորումը կողից: Պատկերված են էլեկտրոնային փունջը, թիրախը (T), գույգ սցինտիլյացիոն (H1, H2) և ֆայբերային (F1, F2) հողոսկոպները, և PbWO4 կալորիմետրները (NPS1, NPS2):

2016 թ.-ին ԱՄԳԼ-ի խմբը կատարել է գրանցող սարքերի ընտրության և նրանց հնարավոր օպտիմալ տեղակայման Մոնտե Կառլո հաշվարկներ: Որոշվել են գրանցիչների չափսերը և տեղակայման անկյունները, սարքի անկյունային և իմպուլսային տիրույթները, տվյալների հավաքման պայմանները և արագությունը: Այս գիտափորձի համար NPS կալորիմետրները կկառուցվեն PbWO4 տեսակի մոդուլներից, որոնք, կտեղադրվեն  $31 \times 36 = 1116$  մատրիցայի տեսքով, յուրաքանչյուր մոդուլը կունենա  $2.05 \times 2.05$  սմ<sup>2</sup> ճակատային մակերես և 20 սմ երկարություն: Հիմք ընդունելով TCS գիտափորձի վերոհիշյալ պայմանները, սարքավորման նկար 4.1-ում բերված դասավորությունը և նրանց ռեալ չափերը, ստացվել են կարևոր կինեմատիկ պարամետրների սպասվելիք բաշխումները: Դրանց մի մասը բերված է նկար 4.2-ում: Կանաչ գույնով պատկերված են այն բոլոր դեպքերը, երբ  $e^+$ ,  $e^-$  և  $p$  դուրս են գալիս ցրման խցիկից, իսկ կարմիրով երբ պահանջվում է երեք վերջնական մասնիկների ( $e^+$ ,  $e^-$  և  $p$ ) միաժամանակ գրանցում ենթադրվող սարքավորումով:

Նախատեսվում է 2017 թ. ընթացքում առաջարկը լրամշակել, հասցնելով այն գիտափորձի նախագծի աստիճանի և ներկայացնել հաջորդ գիտ. խորհրդին (PAC-ին):



Նկար 4.2. TCS գիտափորձի կինեմատիկ պարամետրերի բաշխումները: Ենթադրվել է, որ լեպտոնային գույգերը կգրանցվեն NPS չափսիկալորիմետրներով, իսկ պրոտոնները համապատասխան չափսի հողոսկոպներով: Կանաչ գույնով



պատկերված են այն դեպքերը, երբ  $e^+$ ,  $e^-$  և  $p$  ուղղակի դուրս են գալիս ցրման խցից, իսկ կարմիրով երբ պահանջվում է այդ երեք մասնիկների միաժամանակ գրանցում:

### ❖ Hall-D («Դ» փորձարարական սրահ)

- Հաշվետու ժամանակաշրջանում Ջեֆֆերսոն-ԱՄԳԼ կոլաբորացիայի անդամները մասնակցել են «Դ» փորձարարական սրահում (Hall D) կատարվող GlueX գիտափորձի շահագործման նախապատրաստական (commissioning run) աշխատանքներին: Մոտ 2,5 ամիս CEBAF արագացուցիչի 12 GeV էլեկտրոնային փնջից ստացված մոտ 9 GeV էներգիայով գծային բևեռացված ֆոտոնային փնջով կատարվել են GlueX դետեկտորի բաղադրիչների տրամաչափման, շահագործման և աշխատունակության, ինչպես նաև տվյալների հավաքման և մշակման ծրագրային համակարգի ստուգման աշխատանքները:
- Մասնակցել են 11 հերթափոխների (shifts), որոնց ընթացքում կատարվել են GlueX համագործակցության ԵրՖԻ խմբի ուժերով ստեղծած դանդաղ ղեկավարման համակարգի (slow control system) աշխատանքի համակողմանի ստուգում և թեստավորում: Հերթափոխի անձնակազմի և դետեկտորների փորձագետների համար ստեղծած, սարքավորումներին բարձր և ցածր լարումներ ապահովող, ահագանգման, տվյալների արխիվացիայի, ինչպես նաև շարժվող համակարգերի հսկողության ու ղեկավարման բոլոր ծրագրերը աշխատում են անթերի: Ավելացվել են լրացուցիչ հնարավորություններ ժամանակի ցանկացած ինտերվալի համար արխիվացված տվյալների դիտարկման համար:
- Բարձր լուծողականության նիշավորման մանրադիտակի (Tagger microscope) դիրքը որոշվում է երեք շարժվող հենակների օգնությամբ: Նախապես որոշված օպտիմալ դիրք տեղաշարժելու համար, որպես հենակների կորդինատային առանցքի սկզբնակետ, օգտագործվում էր շարժումը սահմանափակող անջատիչը (low limit switch), որի գտնելու ճշտությունը  $\sim 100$  մկմ է, հետևաբար մանրադիտակի դիրքը վերականգնվում էր նույն ճշտությամբ: Անհրաժեշտ էր լավացնել ճշտություն:
- Այդ նպատակով գրվել է աջակցության ծրագիր State Notation Language ծրագրման լեզվով: Այն հնարավորություն է տալիս գտնել և որպես կորդինատային առանցքների սկզբնակետ օգտագործել տվյալ հենակի շարժիչի էնկոդերի առաջին պուլսը անջատիչից առաջ, որի գտնելու ճշտությունը 10 մկմ է: Հարմարավետ գրաֆիկական ինտերֆեյսը փորձագետին հնարավորություն է տալիս մանրադիտակը տեղաշարժել նախապես որոշված դիրք  $\sim 10$  անգամ ավելի լավ ճշտությամբ:
- Այս մասին զեկուցվել է Hall-D Controls Meeting-ի ժամանակ, մայիսի 12-ին ([https://halldweb.jlab.org/wiki/index.php/Controls\\_Meeting\\_12-May-2016](https://halldweb.jlab.org/wiki/index.php/Controls_Meeting_12-May-2016)):

- Անկյունաչափը (Goniometer) պարունակում է երկու գծային և երեք պտտվող հենակներ (stages), որոնք օգտագործվում են ադամանդե ռադիատորը ավելի փոքր քան 10 մոտի ճշտությամբ ուղղորդելու համար: Ամեն հենակի վրա տեղադրված են շարժումներ սահմանափակող երկու օպտիկական անջատիչներ (limit switch) և մեկ home switch: Դրանցից մեկը օգտագործվում է հենակի համար որպես կորոդինատային առանցքի սկզբնակետ: Անկյունաչափի շահագործումը ցույց տվեց, որ բարձր ռադիացիայի պայմաններում անջատիչները, կարող են փչանալ և անհրաժեշտ է ընտրել նոր կորոդինատային համակարգ օգտագործելով ուրիշ աշխատող անջատիչի դիրքը:
- Շարժիչների շարժումները ղեկավարող XPS-C8 սարքի ծրագրային ֆունկցիաների օգտագործմամբ, մեծ ճշտությամբ չափվել են բոլոր հինգ հենակների անջատիչների հարաբերական դիրքերը և որոշվել են նոր կորոդինատային համակարգ անցնելու ձևափոխության պարամետրերը, որոնք անհրաժեշտության դեպքում պետք է օգտագործվեն անկյունաչափի շարժումը ղեկավարող աջակցությունը ծրագրում:
- Այս աշխատանքը նույնպես ներկայացվել է Hall-D Controls Meeting-ում ([https://halldweb.jlab.org/wiki/index.php/Controls\\_Meeting\\_9-Jun-2016](https://halldweb.jlab.org/wiki/index.php/Controls_Meeting_9-Jun-2016)):
- Ստեղծվել է EPICS համակարգում աշխատող գրաֆիկական ինտերֆեյս Tagger և D-սրահներում փնջի վակուումային համակարգի հսկողության և ղեկավարման համար:

#### Հրատարակումներ

##### Hall-A

1. Measurements of  $dn_2$  and  $An_1$ : Probing the neutron spin structure.  
Jefferson Lab Hall A Collaboration (D. Flay (Temple U. & Massachusetts U., Amherst) et al.). Mar 11, 2016. 51 pp. Published in Phys.Rev. D94 (2016) no.5, 052003, JLAB-PHY-16-2297
2. Rosenbluth separation of the  $\pi^0$  electroproduction cross section.  
Jefferson Lab Hall A Collaboration (M. Defurne (DAPNIA, Saclay) et al.). Aug 2, 2016. 6 pp. JLAB-PHY-16-2309 e-Print: arXiv:1608.01003 [hep-ex]
3. First measurement of unpolarized SIDIS cross section and cross section ratios from a  $^3\text{He}$  target. X. Yan et al.. Oct 7, 2016. e-Print: arXiv:1610.02350 [nucl-ex]

##### Hall- B

1. Coherent photoproduction of Proton-Antiproton Pairs on Deuterium.  
Y.S. Ghandilyan. Armenian Journal of Physics, Yerevan-2016, vol. 9, issue 3, pp. 239-243.
2. Target and Beam-Target Spin Asymmetries in Exclusive Pion Electroproduction for  $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$ . I.  $ep \rightarrow e\pi^+n$ .  
CLAS Collaboration (P.E. Bosted (William-Mary Coll.) et al.). JLAB-PHY-16-2294, e-Print: arXiv:1607.07518
3. Measurement of Target and Double-spin Asymmetries for the  $e^+ p^+ \rightarrow e\pi^+(n)$  Reaction in the Nucleon Resonance Region at Low  $Q^2$ .  
CLAS Collaboration (X. Zheng (Virginia U.) et al.). Jul 13, 2016 - 19 pages, Phys.Rev. C94 (2016) no.4, 045206

4. Photoproduction of the  $f_1(1285)$  Meson.  
CLAS Collaboration (R. Dickson *et al.*). Apr 25, 2016 - 22 pages, Phys.Rev. C93 (2016) no.6, 065202
5. Target and Beam-Target Spin Asymmetries in Exclusive  $\pi^+$  and  $\pi^-$  Electroproduction with 1.6 to 5.7 GeV Electrons.  
CLAS Collaboration (P.E. Bosted *et al.*). Apr 15, 2016 - 47 pages.  
e-Print: arXiv: 1604.04350
6. Photoproduction of  $\Lambda$  and  $\Sigma^0$  hyperons using linearly polarized photons.  
CLAS Collaboration (C.A. Paterson *et al.*). Mar 21, 2016 - 14 pages. Phys.Rev. C93 (2016) no.6, 065201.
7. Measurement of two-photon exchange effect by comparing elastic  $e^+p$  cross sections. CLAS Collaboration (D. Rimal *et al.*). Mar 1, 2016 - 19 pages.  
e-Print: arXiv: 1603.00315
8. First measurement of the helicity asymmetry  $E$  in  $\eta$  photoproduction on the proton.  
CLAS Collaboration (I. Senderovich *et al.*). Jul 1, 2015 - 6 pages, Phys.Lett. B755 (2016) 64-69

### Hall- C

1. A.Narayan et al, Precision Electron-Beam Polarimetry at 1 GeV using diamond microstrip detectors, Phy. Rev. 6, 011013 (2016)
2. T. Gogami et al., High resolution spectroscopic study  $^{10}_{\Lambda}\text{Be}$ , Phys. Rev. C93, 034314, 2016
3. T. Gogami et al., Spectroscopy of the neutron-rich hypernucleus,  $^7_{\Lambda}\text{He}$  from electron scattering. Phys.Rev. C94, 021302, 2016
4. T. Horn et al., The Aerogel Cerenkov Detector for the SHMS magnetic spectrometer in Hall C at Jefferson Lab, (accepted for NIM, October 2016), 26 pages, arXiv:1607.05264
5. J. A. Magee and for the Qweak Collaboration, The Qweak experiment: An overview and preliminary analysis, AIP Conf. Proc.1701 (2016) 070004
6. J. A. Magee et al., A novel comparison of Moller and Compton electron beam polarimeters, (submitted to Phys. Letters B, August 2016), arXiv:1610.06083, 6 pages

### Hall- D

1. GlueX Collaboration.” Technical Construction Report” , Jan 15, 2016. GlueX-doc-2511;
2. V. Kakoyan. “ Relative positions of goniometer switches”. Aug 05, 2016 GlueX-doc-3095
3. GlueX Collaboration.” Measurement of the beam asymmetry  $\Sigma$  for  $\pi^0$  and  $\eta$  photoproduction on the proton at  $E_{\gamma} = 9$  GeV”. Oct 13, 2016. GlueX-doc-3118.  
Proposed Journal: Phys. Rev. Lett.
4. GlueX Collaboration. “ Production and Analysis of GlueX Data”. Oct 14, 2016. GlueX-doc-3108.

**100/3 Ռեալ և վիրտուալ ֆոտոններով միջուկների ճեղքումը և ֆրազմենտացիա ( ANSL, MAX-Lab, JLab )**

**Ղեկ. ֆիզ.մաթ.գիտ.թեկնածու Ա.Մարգարյան**

Տարվա ընթացքում իրականացվել են  $^{252}\text{Cf}$  ժամանակային պրոցեսոր ընդլայնված դինամիկ տիրույթով՝ 15T-2B206 և “Տրոհված մասնիկների սպեկտրոմետր” 14CYC-1c11 թեմաների ժամանակացույցներով հաստատված հետազոտություններ:

Ստեղծվել է երկու գիտական սարք, որոնք կապված են համակարգիչների հետ: Մշակվել, ստեղծվել և փորձարկվել են նոր, արագագործ ուժեղացուցիչներ: Իրականացվել են թեմաների ժամանակացույցներով հաստատված հետազոտություններ: Ստացված արդյունքների մի մասը հրատարակվել է և ներկայացվել է 6 տարբեր միջազգային գիտաժողովներում:

Մշխատանքները շարունակվում են ըստ այդ թեմաներով հաստատված ժամանակացույցների:

**Հրատարակումներ**

1. F Schulz, et al., Ground-state binding energy of H-4 (Lambda) from high-resolution decay-pion spectroscopy, NUCLEAR PHYSICS A 954, 149-160, 2016.
2. A Margaryan, JRM Annand, P Achenbach, R Ajvazyan, H Elbakyan, et al., High Precision Momentum Calibration of the Magnetic Spectrometers at MAMI for Hypernuclear Binding Energy Determination, arXiv:1608.01126, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, (Accepted for publication).
3. T Gogami, et al., Spectroscopy of the neutron-rich hypernucleus  $\text{He } \Lambda 7$  from electron scattering, Physical Review C 94 (2), 021302, 2016.
4. T Gogami, et al., Spectroscopy of neutron-rich hypernucleus,  ${}^7_{\Lambda}\text{He}$  by electron beam, arXiv preprint arXiv:1606.09157
5. T Gogami, et al., High resolution spectroscopic study of  $\text{Be } \Lambda 10$ , Physical Review C 93 (3), 034314, 2016.
6. P Achenbach, et al., Experimental investigations of the hypernucleus  $\Lambda 4\text{H}$ , EPJ Web of Conferences, V 113, p. 07001, 2016.
7. L Gevorgian, R Ajvazyan, V Kakoyan, A Margaryan, JRM Annand, Corrigendum to: “A radio frequency helical deflector for keV electrons” [Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 785 (2015) 175–179] Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A , 808, 165, 2016.

**Presentations**

- 1.V. Khachatryan, The investigation of disintegration of Carbon nucleus into three alpha particles using low pressure MWPC technique, 7 CERN International School. Triggering and Data acquisition ISOTDAQ 2016, Rehovot, Israel.
- 2.S. Zhamkochyan, R. Ajvazyan, J. Annand, H. Elbakyan, L. Gevorgian, A. Margaryan, A radio frequency spiral scanning deflector for keV electrons. International Conference on Microwave and THz Technologies, Photonics and Wireless Communications, IRPhE' 2016
- 3.J. Annand, A. Margaryan, The RF Nanoscope, International Conference Lasers-16, Yerevan
- 4.H. Elbakyan et al., A Radio Frequency Spiral Scanning Streak Camera, International Conference Lasers-16, Yerevan

5.S. Zhamkochyan et al., THz timing processor with extended dynamic range, Picosecond Timing Workshop-16, Kansas, USA.

6.A. Margaryan, "The Radio Frequency Photomultiplier Tube and Optical Frequency Comb: High Resolution, High Rate and Highly Stable Timing Technique for Single Photon", International Conference OPTICS-16, Atlanta, GA, USA

**100/4 խմբի 2016 թ. բազային թեմայի շրջանակներում կատարված աշխատանքների հաշվետվություն**  
**Ղեկ. ֆիզ.մաթ.գիտ.թեկնածու Հ.Գուլբանյան**

1. ՓՖԲ-ի այլ խմբերի հետ համատեղ կատարված աշխատանքներ  
Շարունակվել են C-18 ցիկլոտրոնի վրա իրականացվելիք գիտափորձերի առաջարկների նախապատրաստման աշխատանքները: Շարունակվել են Ավանի ադի հանքի ցածրֆոնային լաբորատորիայում իրականացվող  $\gamma$ -սպեկտրոսկոպիկ գիտափորձի հիման վրա  $^{252}\text{Cf}$  միջուկի ճեղքման մի շարք չուսումնասիրված կանալների որոնման և դրանց ելքերի չափմանը նպատակամղված աշխատանքները:
2. Միջուկային հետազոտությունների միացյալ ինստիտուտի (Դուբնա) հետ համատեղ ԲԵՔԵՐԵԼ համագործակցության շրջանակներում ուսումնասիրվել են Դուբնայի Նուկլոտրոնում արագացված, 1.2 Գեվ-նուկլոն էներգիայով  $^{7,9}\text{Be}$ ,  $^{10}\text{B}$  and  $^{10,11}\text{C}$  միջուկների կոհերենտ դիսոցիացման պրոցեսները և, մասնավորապես, գնահատվել է այդ պրոցեսներում  $^{7}\text{Be}$ ,  $^{8}\text{Be}$  and  $^{9}\text{B}$  անկայուն միջանկյալ միջուկների ներդրումը: Արդյունքները հրատարակվել են [1]: Շարունակվել են աշխատանքները ֆոտոէմուլսիաներում 4.5 Գեվ էներգիայով թթվածնի միջուկների պերիֆերիկ փոխազդեցություններում մի քանի  $\alpha$ -մասնիկների առաքումով ուղեկցվող ֆրագմենտացման դեպքերի որոնումն ու գրանցումը:
3. Խմբի անդամները մասնակցել են ՑԵՌՆ-ի Մեծ հաղորդային կոլայդերի (LHC) վրա ընթացող ALICE գիտափորձի տվյալների կուտակմանը և մշակմանը, գիտափորձի ծրագրային ապահովման ստեղծմանն ու զարգացմանը:  
ԵրՖԻ-ի ALICE խմբի մանրամասն հաշվետվությունը և հրատարակումների ցանկը (ներկայացված Արա Գրիգորյանի կողմից) տեղադրված է առջելի CERN բաժնում:

**Հրատարակումներ**

1. D A Artemenkov, ..., V R Sarkisyan et al., Journal of Physics: Conference Series 724 (2016) 012055,  
“Unstable nuclei in coherent dissociation of relativistic nuclei  $^{7,9}\text{Be}$ ,  $^{10}\text{B}$  and  $^{10,11}\text{C}$ ”

**ԽՎԿՑ (DVCS) ուսումնասիրությունները HERMES գիտափորձում:**

**Հրայր Մարուքյան, Ֆիզ.մաթ.գիտ. դոկտոր**

Թեմատիկ ֆինանսավորման շրջանակներում (2016 թ. ընթացքում) շարունակել ենք իրականացնել HERMES գիտափորձում հավաքված տվյալների մշակումը՝ ստանալու համար ԽՎԿՑ պրոցեսի չբևեռացված (հելիսիթիից անկախ) և հելիսիթիից կախված կտրվածքների ազիմուտալ բաշխվածությունները ջրածնային թիրախի վրա, օգտագործելով չափված առանձին կտրվածքները փնջի դրական ու բացասական հելիսիթիների դեպքում: Օգտագործված տվյալները կուտակվել էին HERMES-ում 2006-2007 թթ.՝ օգտագործելով լայնական բևեռացված պոլիտրոնների փունջը: Նախնական տվյալները զեկուցվել են 2016 թ. տեղի ունեցած HERMES կոլաբորացիայի ժողովներին: Քննարկվել են նաև Բեթե-Հայթեր պրոպոզատորների ազդեցությունը այդ կտրվածքների ազիմուտալ անկյունային բաշխման վրա՝ ուշադրություն դարձնելով հատկապես ազիմուտալ անկյունների 0 և 180 աստիճանների շրջակայքին:

Զբաղվել ենք նաև երկայնական բևեռացված պրոտոնների վրա էքսկլուզիվ Թ-մեզոնների էլեկտրոնման պրոցեսում հելիսիթի-ամպլիտուդաների հարաբերության արդյունքներն ամփոփող HERMES-ի հողվածի նախապատրաստման և մշակման աշխատանքներով՝ որպես D98 խմբագրական խորհրդի անդամ: Այն ուղղարված է կոլաբորացիայի հավանությանը երկրորդ շրջանառությամբ, ապա կուղարկվի տպագրության EPJC ամսագրում (հավանաբար մինչև տարեվերջ):

OLYMPUS-գիտափորձի շրջանակներում լույս է տեսել 0.3 տեսլա մեծությամբ տորոիդալ մագնիսական սպեկտրոմետրի մագնիսական դաշտի չափման և մասնիկների հետազոծերի որոշման համար այդ դաշտը եռաչափ-խորանարդային ինտերպոլյացիոն սխեմայով ներկայացնելու վերաբերյալ հողված իմ համահեղինակությամբ NIMA ամսագրում:

2016 թ. Հոկտեմբերին մոտ երկու ամսով գործուղվել եմ CEBAF, Jefferson Lab, GlueX գիտափորձի տվյալների հավաքման հերթափոխերին մասնակցելու համար: Այդ ընթացքում քննարկվել են նաև ֆիզիկական խնդիրների մի շարք, որոնցով Երևանի խումբը կսկսի զբաղվել՝ մասնավորապես երկլեպտոն կանալում  $J/\psi$ -մեզոնների շեմային ֆոտոնման կտրվածքների չափման համար ֆոնային պրոցեսների նորմավորման հարցով՝ ելնելով որևէ հայտնի պրոցեսի կտրվածքից (Բեթե-Հայթեր պրոցեսի ուսումնասիրմամբ), ինչպես նաև գծային բևեռացված ֆոտոնների փնջով TimeLike Compton ցրման պրոցեսի հնարավորության ուսումնասիրմամբ:

Հրատարակումներ՝

1. J. C. Bernauer, J. Diefenbach, ..., H. Marukyan et al., "Measurement and tricubic interpolation of the magnetic field for the OLYMPUS experiment", Nucl.Instrum.Meth. A823, 9-14 (2016).

2. Hrachya Marukyan, "Spin Density Matrix Elements in exclusive production of omega mesons at HERMES", Int.J.Mod.Phys.Conf.Ser. 40 (2016) 1660063.
3. Hrachya Marukyan, "DVCS at HERMES", Int.J.Mod.Phys.Conf.Ser. 40 (2016) 1660050.
4. Hrachya Marukyan, "Overview of recent HERMES results, J.Phys.Conf.Ser. 678 (2016) no.1, 012038.
5. A. Airapetian, N. Akopov, ..., H. Marukyan et al., "Ratios of Helicity Amplitudes for Exclusive Electroproduction on Transversely Polarized Protons", to be submitted to Eur. Phys. J. C. at the end of this year.

**100/6 Հետազոտությունների մեթոդիկայի մշակում և միջուկային ռեակցիաների ուսումնասիրությունն ցիկլոտրոնի վրա**

**Ղեկ. ֆիզ. մաթ. գիտ. թեկնածու Բ. Քերոսյան**

**Վոլֆրամի վրա պրոտոններով հարուցված ռեակցիաների գրգռման ֆունկցիաների հետազոտությունները ցիկլոտրոն C18-ի միջոցով (10-27/14CYC-4)**

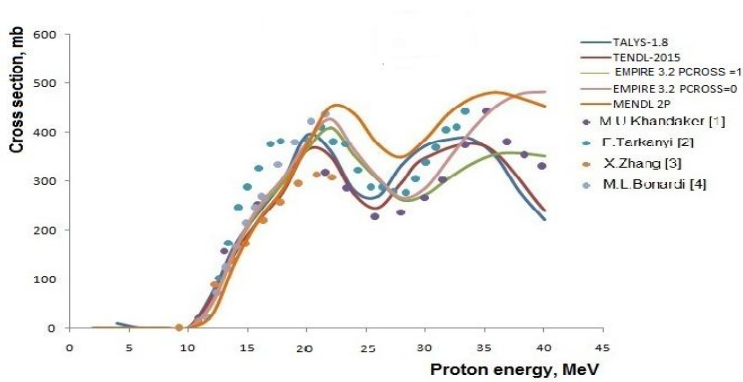
Միջուկային տվյալների հիմնական բազան համալրելու նպատակով պարբերաբար կատարվում են լիցքավորված մասնիկների ազդեցության տակ տեղի ունեցող ռեակցիաների ուսումնասիրություններ: Նախատեսվում է կատարել  ${}^{\text{nat}}\text{W}(p, xn)^{181,182\text{m},182\text{g},183,184\text{m},184\text{g},186}\text{Re}$  ռեակցիաների ընդլայնական կտրվածքների չափումները պրոտոնի էներգիայի համապատասխան շեմից մինչև 18 ՄԷՎ տիրույթում: Փորձը կատարվելու է օգտագործելով ակտիվացիոն մեթոդը:

Ցիկլոտրոն C18-ի գործարկման հետաձգման պատճառով նախ կատարվել են տեսական հաշվարկները TALYS 1.8, TENDL2015, MENDL2P և EMPIRE 3.2 մոդելներով: Ստացված արդյունքները համեմատվել են գոյություն ունեցող տարբեր հեղինակների փորձարարական տվյալների հետ:

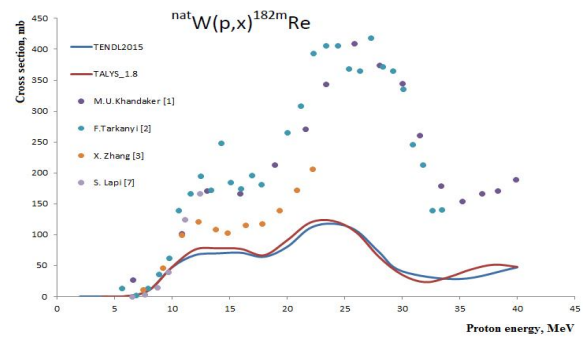
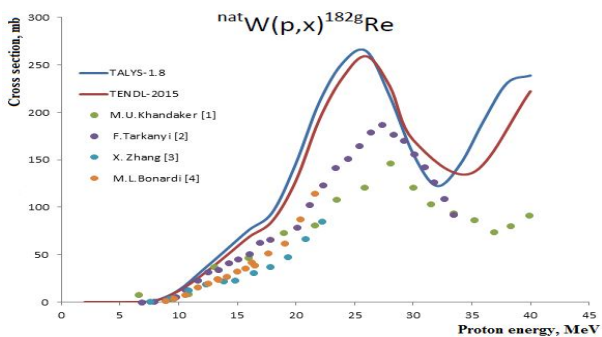
Նշենք նաև, որ համեմատության համար մենք օգտվել ենք ոչ միայն EXFOR փորձարարական տվյալների բազայից, այլ և ընդգրկել ենք այլ հրատարակված աշխատանքների տվյալները:

Նկար 1-ում բերված է TALYS 1.8, TENDL2015, MENDL2P և EMPIRE 3.2 կողմերով հաշված է  ${}^{\text{nat}}\text{W}(p, xn)^{181}\text{Re}$  ռեակցիայի գրգռման ֆունկցիայի համեմատությունը տարբեր հեղինակների [1-4] փորձարարական տվյալների հետ: Մինչև 20 ՄԷՎ տիրույթում տեսական հաշվարկները համընկնում են ինչպես միմիայն, այնպես և փորձարարական տվյալների հետ: Աշխատանք [2] տվյալները քիչ գերազանցում են և տեսական, և մյուս փորձարարական տվյալները: Մոդելային տարբերությունները ի հայտ են գալիս 30 ՄԷՎ-ից հետո: Բացի դրանից տարբերվում են նաև արդյունքները EMPIRE 3.2 կողմի տարբեր պարամետրերի կիրառման դեպքում (էքսիտոն մոդել PCROSS=1.5, PCROSS=0):

Նկար 2-ում բերված են  ${}^{\text{nat}}\text{W}(p, xn)^{182\text{g}}\text{Re}$  (ձախից) և  ${}^{\text{nat}}\text{W}(p, xn)^{182\text{m}}\text{Re}$  (աջից) ռեակցիաների գրգռման ֆունկցիաները, ինչպես նաև նրանց համեմատումը փորձարարական տվյալների հետ: Նկարից երևում է, որ TALYS 1.8 և TENDL2015 կողմերը չեն նկարագրում փորձարարական տվյալները: Բացի այդ, հիմնական (ground) վիճակի համար տեսական հաշվարկների արդյունքները բարձր են, իսկ գրգռված (metastabile) վիճակի համար տեսական հաշվարկների արդյունքները ավելի ցածր են փորձարարական տվյալներից:



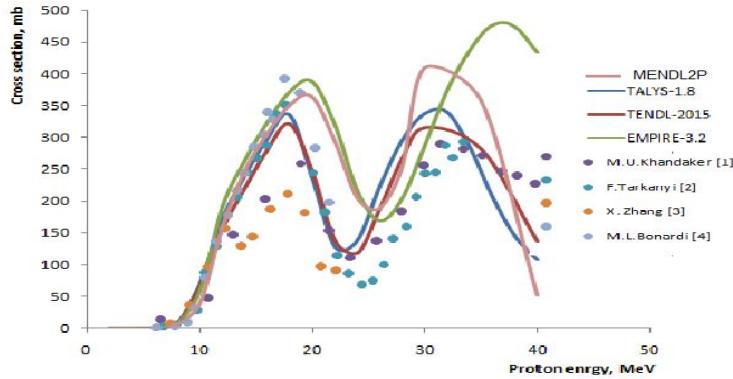
Նկար 1.  
TALYS 1.8, TENDL2015, EMPIRE 3.2 և MENDL2P կոդերով հաշված  ${}^{nat}W(p,xn){}^{181}Re$  ռեակցիայի գրգռման ֆունկցիաները փորձարարական տվյալների հետ համաստեղ



Նկար 2. TALYS 1.8 և TENDL2015 կոդերով հաշված  ${}^{nat}W(p,xn){}^{182g}Re$  (ձախից) և  ${}^{nat}W(p,xn){}^{182m}Re$  (աջից) գրգռման ֆունկցիաները փորձարարական տվյալների հետ համաստեղ

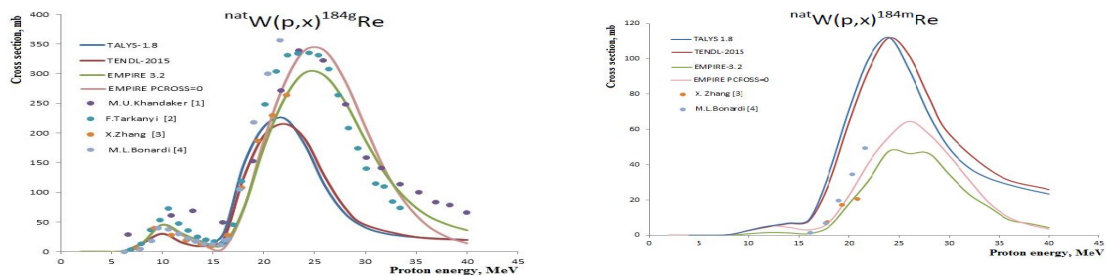
Նկար 3-ը ցույց է տալիս TALYS 1.8, TENDL2015, MENDL2P և EMPIRE 3.2 կոդերով հաշված  ${}^{nat}W(p,xn){}^{183}Re$  ռեակցիայի գրգռման ֆունկցիաների համեմատությունը փորձարարական տվյալների հետ: Ցածր էներգիաների տիրույթում (մինչև 20 ՄԷՎ) տեսական հաշվարկների արդյունքները համընկնում են միմյանց հետ, ավելի բարձր էներգիաների դեպքում տարբեր մոդելների արդյունքների միջև կան տարաձայնություններ: Փորձարարական տվյալները [2] համընկնում են TALYS 1.8 և TENDL2015 կատարված տեսական հաշվարկների հետ, իսկ MENDL2P և EMPIRE 3.2 կոդերի միջոցով ստացված արդյունքները բավականին բարձր են: Փորձարարական տվյալները [3,4] զգալիորեն ցածր են:





Նկար 3.  
TALYS 1.8, TENDL2015,  
MENDL2P և EMPIRE 3.2  
կոդերով հաշված  
 ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{183}\text{Re}$  ռեակցիայի  
գրգռման ֆունկցիաները  
փորձարարական տվյալների  
հետ համատեղ

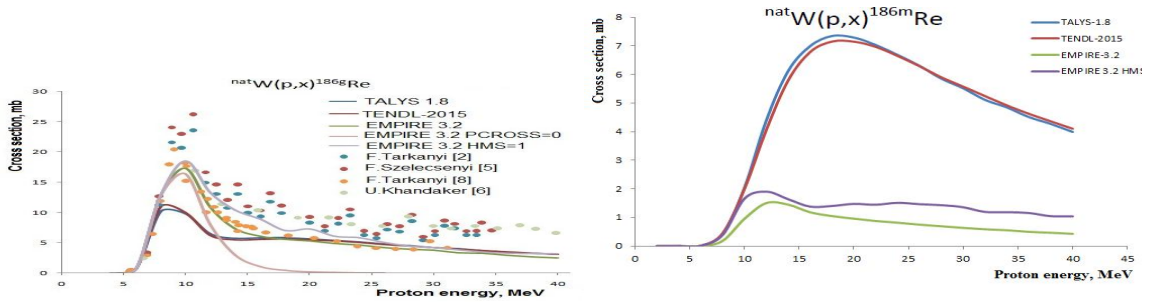
Նկար 4-ում բերված են TALYS 1.8, TENDL2015 և EMPIRE 3.2 կոդերով հաշված  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{184g}\text{Re}$  (ձախից) և  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{184m}\text{Re}$  (աջից) գրգռման ֆունկցիաները փորձարարական տվյալների համեմատումը: Ինչպես երևում է, EMPIRE 3.2 կոդը բավականին լավ նկարագրում է  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{184g}\text{Re}$  (ձախից) ռեակցիայի փորձարարական տվյալները, TALYS 1.8 և TENDL2015 կոդերի արդյունքները բավականին ցածր են:  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{184m}\text{Re}$  (աջից) ռեակցիայի գրգռման ֆունկցիաների մոդելային հաշվարկների արդյունքների համեմատությունը փորձարարական տվյալների հետ հնարավոր չէ վերջինների սակավության պատճառով:



Նկար 4. TALYS 1.8, TENDL2015 և EMPIRE 3.2  
կոդերով հաշված  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{184g}\text{Re}$  (ձախից)  
և  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{184m}\text{Re}$  (աջից) գրգռման  
ֆունկցիաները փորձարարական  
տվյալների հետ համատեղ

Նկար 5-ը ցույց է տալիս TALYS 1.8, TENDL2015 և EMPIRE 3.2 կոդերով հաշված  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{186g}\text{Re}$  (ձախից) և  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{186m}\text{Re}$  (աջից) գրգռման ֆունկցիաների համեմատումը փորձարարական տվյալների հետ:  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{186m}\text{Re}$  (աջից) ռեակցիայի համար փորձարարական տվյալները բացակայում են, քանի որ  ${}^{186m}\text{Re}$  կյանքի տևողությունը  $T_{1/2} = 4000$  տարի, և այն չափելը հնարավոր չէ:  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{186g}\text{Re}$  ռեակցիայի համար տեսական TALYS 1.8 և TENDL2015 կոդերով հաշվարկները մոտ 2 անգամ տարբերվում են EMPIRE 3.2 կոդով կատարած հաշվարկների արդյունքներից: Բացի այդ փորձարարական տվյալները գերազանցում են տեսական հաշվարկների արդյունքները:  ${}^{nat}\text{W}(p,xn)^{186m}\text{Re}$  ռեակցիայի գրգռման

Ֆունկցիաների տեսական հաշվարկները տարբեր կոդերով (TALYS 1.8, TENDL2015 և EMPIRE 3.2) նույնպես տարբերվում են միմիանցից:



Նկար 5. TALYS 1.8, TENDL2015 և EMPIRE 3.2 կոդերով հաշված  ${}^{\text{nat}}W(p,x){}^{186g}Re$  (ձախից) և  ${}^{\text{nat}}W(p,x){}^{186m}Re$  (աջից) գրգռման ֆունկցիաները փորձարարական տվյալների հետ համատեղ

Ենթադրվում է, որ այսպիսի մեծ տարաձայնությունները տարբեր տեսական կոդերի միջոցով ստացված արդյունքների միջև պայմանավորված են այդ կոդերում օգտագործված RIPL-3-ով (Reference Input Parameters Library), որը հիմնված է փորձարարական տվյալների վրա:

Փորձարարական տվյալների սակավությամբ և նրանց միջև գոյություն ունեցող անհամապատասխանությամբ է պայմանավորված սույն թեմայի շրջանակներում նախատեսված գիտափորձը:

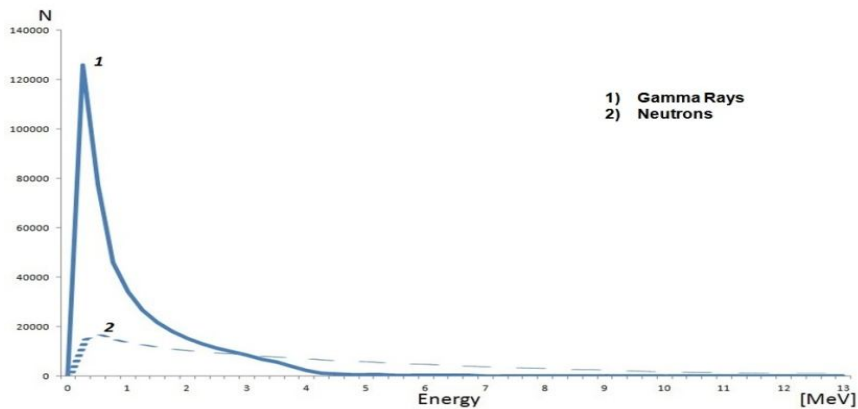
**Նեյտրոնային հոսքերի ստացումը C18-ի պրոտոնային փնջի վրա և դրա օգտագործումը միջուկային ռեակցիաների ուսումնասիրման համար (10-27/14CYC) Թեմայի ղեկավար՝ Ռ.Ավագյան**

Թեման նվիրված է ցիկլոտրոն C18-ի պրոտոնային փնջի վրա նեյտրոնային հոսքերի ստացմանը և նրանց օպտիմալ պայմանների մշակմանը: Որպես նեյտրոնային աղբյուր քննարկվում է  ${}^9Be$  թիրախի ռմբակոծումը ցիկլոտրոնի 18 ՄԷՎ էներգիա ունեցող արտաքին պրոտոնային փնջով: Թիրախն ընտրվել է ըստ հալման ջերմաստիճանի և ընդլայնական կտրվածքի չափանիշների:

Նեյտրոնային հոսքը մեծացնելու հնարավորություններն ուսումնասիրելու նպատակով GEANT4 ծրագրով կատարվել են հաշվարկներ 0.5 մմ և 2.5 մմ հաստությամբ  ${}^9Be$  թիրախների համար: 0.5 մմ հաստությամբ (բարակ)  ${}^9Be$  թիրախը

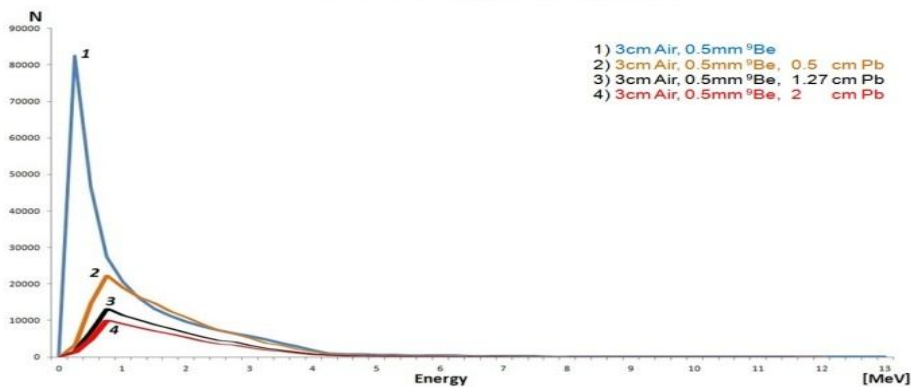
կօգտագործվի պրոտոնային փնջի կարգավորման համար: 2.5 մմ հաստությամբ (հաստ)  $^9\text{Be}$  թիրախում պրոտոնային փունջը կանգ է առնում, այդ իսկ պատճառով մեծ քանակությամբ նեյտրոնային հոսք ստանալու համար կօգտագործվի հաստ թիրախը: Պրոտոնային փունջը, մինչ թիրախին հասնելը, անցնում է 3 սմ հաստությամբ օդի շերտով:

Նեյտրոնների հոսքը զուգորդվում է գամմաների հոսքով: Գամմաների հոսքը նվազեցնելու հնարավորությունները ուսումնասիրելու նպատակով GEANT4 ծրագրով մոդելավորվել է նեյտրոնների և գամմաների հոսքերի հարաբերակցությունը: Հաշվարկը ցույց է տալիս, որ գամմաների հոսքը ավելի քան 6 անգամ գերազանցում է նեյտրոնների հոսքը (տե՛ս Նկ. 1):

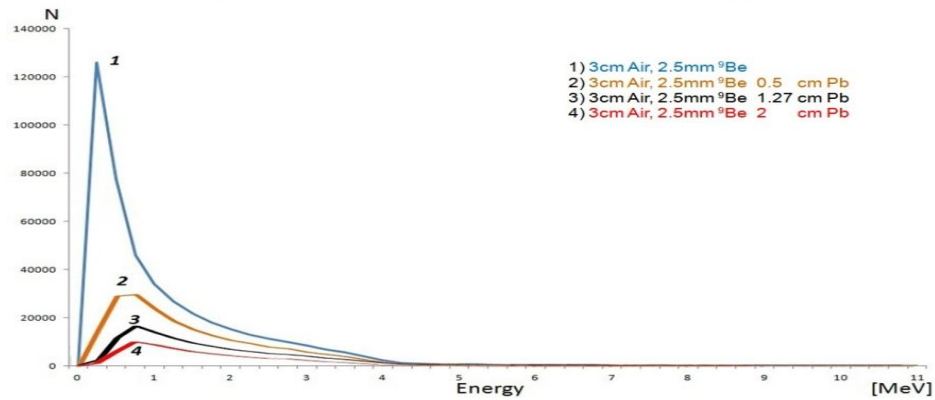


**Նկ. 1.** 2.5 մմ հաստությամբ  $^9\text{Be}$  թիրախից ծնված նեյտրոնների և գամմա ճառագայթման էներգետիկ սպեկտրների հարաբերակցությունը

Գամմաների հոսքը նվազեցնելու համար քննարկվել է  $^9\text{Be}$  թիրախից հետո տեղադրել տարբեր հաստության կապարե շերտեր (0.5 սմ, 1.27 սմ և 2 սմ), քանի որ գամմաների կլանման կտրվածքը կապարում բավականին մեծ է, իսկ նեյտրոններինը՝ նյութի բարձր ատոմային զանգվածով պայմանավորված՝ փոքր է: Նկ. 2-ում բերված են հաշվարկների արդյունքները բարակ (ա) և հաստ (բ) թիրախների համար:



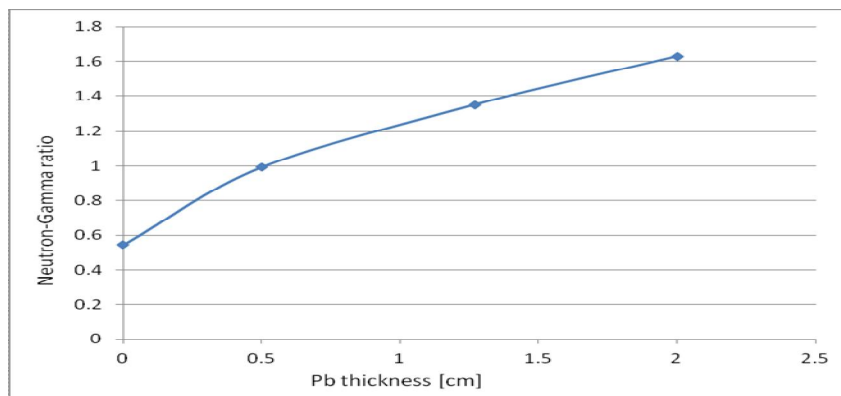
ա)



**Նկ. 2.** 0.5 մմ և 2.5 մմ հաստությամբ <sup>9</sup>Be թիրախից ծնված նեյտրոնների էներգետիկ սպեկտրը օդի և տարբեր հաստության կապարի շերտերով համապատասխանաբար

<sup>9</sup>Be թիրախից հետո տեղադրված կապարի օպտիմալ հաստությունը որոշելու նպատակով կատարվել են հաշվարկներ նեյտրոնների և գամմաների հոսքի կախումը կապարի հաստությունից:

Նկ. 3-ում բերված է նեյտրոնների և գամմաների հարաբերությունը՝ կախված կապարի հաստությունից:



**Նկ. 3.** Նեյտրոն-գամմա քանակական հարաբերությունը տարբեր հաստության կապարի շերտերի դեպքում

GEANT4 կողմի միջոցով հաշվարկվել է նաև Be թիրախից 2 մ հեռավորության վրա տեղադրված նեյտրոնային դետեկտորում գրանցվելիք նեյտրոնների և գամմաների քանակները և սպեկտրերը կախված Pb շերտի հաստությունից: Աղյուսակ 1-ում բերված են նեյտրոնների և գամմաների քանակների հարաբերությունները  $N_{\text{neutron}}/N_{\text{gamma}}$  կախված Pb շերտի հաստությունից:

Pb հաստությունը (սմ)	0	0.5	1.27	2
$N_{\text{neutron}}/N_{\text{gamma}}$	0.84	1.64	2.56	3.33

*Աղյուսակ 1. Neutron/gamma հարաբերությունը 2.5 մմ Be թիրախից 2 մ հեռավորության վրա Pb-ի շերտի տարբեր հաստությունների դեպքում*

Ստացված արդյունքներից Pb օպտիմալ հաստությունը ընտրվել է 1.27 սմ, որի դեպքում նեյտրոնների քանակը 2.56 անգամ գերազանցում է գամմաների քանակը: Pb-ի շերտի հետագա հաստացումը բերում է մեծ քանակությամբ նեյտրոնների կլանման:

GEANT4 ծրագրով կատարած հաշվարկները ցույց են տալիս, որ նեյտրոնային դետեկտորի վրա փունջը ցիկլոտրոն C18-ի 100  $\mu\text{A}$  պրոտոնային հոսանքի դեպքում կունենա  $1.7 \cdot 10^7 \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$  ինտենսիվություն:

Նախատեսվում է հետագայում GEANT4 փաթեթի միջոցով կատարել հաշվարկներ BSA (Beam Shaping Assembly) համակարգ ստեղծելու նպատակով: Համակարգը բախկացած է մոդեռատորից և ռեֆլեկտորից նեյտրոնների էներգիան մինչև էպիտերմալ իջեցնելու նպատակով:

Ցիկլոտրոն C18-ի աշխատանքների հետաձգման, հետևաբար փնջի բացակայության պատճառով աշխատանքները մի փոքր շեղվել են օրացուցային պլանից:

Աշխատանքային հաջորդ փուլում շարունակվում են չափումները ԵրՖԻ-ում նախագծված և պատրաստված նեյտրոնային դետեկտորի համար: Վերոնշյալ դետեկտորի համար մշակվել է համընկման սխեմա, որն ավելի կբարձրացնի դետեկտորի էֆեկտիվությունը հաշվիչների բերնվածությունը պակասացնելու հետևանքով: Չափումներն ընթացքի մեջ են, դետեկտորի տրամաչափման համար օգտագործվում են ռադիոակտիվ աղբյուրներ:

Ռեակցիայից ծնված նեյտրոնների գրանցման համար օգտագործվող ժամանակաթռիչքային մեթոդը (TOF) կիրառելու համար կօգտագործվի «beam chopper», որը նույնպես պատրաստվել է ԵրՖԻ-ում: Դա պտտվող այլումինե սկավառակ է, որը տեղադրվում է պրոտոնային փնջի դիմաց, որպես պրոտոնային փնջի ժամանակավոր ընդհատիչ: Այսինքն, հնարավոր կդառնա արհեստականորեն երկարացնել թանձրուկների միջև հեռավորությունը, որը թույլ կտա գրանցել բոլոր արդյունքները հերթականությամբ:

Դետեկտորի տեստավորման և տրամաչափման աշխատանքների ավարտից հետո, փնջի առկայության դեպքում, հնարավոր կլինի գրանցել ելքային մասնիկներ և կատարել ստացված արդյունքների մշակում:

Չատարված աշխանանքների արդյունքները ներկայացվել են "Charged & Neutral Particles Channeling Phenomena *Channeling 2016*" SIRMIONE-DESENZANO DEL GARDA (Italy) on September 25-30, 2016 կոնֆերանսին և ընդունվել են սպառման Armenian Journal of Physics.

Յարարվ Վ. հաշվետվությունը

1) Подготовка доклада на конференции RREPS-15 к публикации. Опубликовано.

Yaralov V, 2016, Journal of Physics: Conference Series **732** (2016) 012022, **Multi-photon absorption in the channeling of electrons in an external field.**

2) Каналирование электронов в поле катода и падающей и отраженной от катода лазерных волн с учетом кулоновского взаимодействия между электронами (SPARC photoinjector electrons). (Послано на обсуждение проф. С. Дабагову, INFN-LNF, Italy).

3) Эффекты взаимодействия релятивистских электронов, каналированных в кристалле, с ультракороткими лазерными импульсами  $\approx 10^8 \frac{\text{F}}{\text{cm}}$  (подготовка семинара ОЭФ).

**Հրատարակումներ**

1. А.С. Данагулян, Г.О. Оганесян, Т.М. Бахшиян, И.А. Керобян "Анализ изомерных отношений среднетяжелых ядер" Ядерная физика, том 79, №5, с. 461–467, 2016.  
A. S. Danagulyan, G. H. Hovhannisyanyan, T. M. Bakhshiyanyan, and I. A. Kerobyan "Analysis of Isomeric Ratios for Medium-Mass Nuclei" ISSN 1063-7788, Physics of Atomic Nuclei, Vol. 79, No. 5, pp. 679–685, 2016.
2. A. Battaglia, W. Tan, R. Avetisyan, A. Aprahamian, A. Gyurjinyan et al. "Measurements of conversion electrons in the sprcess branching point nucleus  $^{176}\text{Lu}$ " Eur. Phys. J. A 52: 126 (2016).
3. A. Gyurjinyan , " $^{16}\text{O} \rightarrow ^8\text{Be} + ^8\text{Be}$  Decay Simulation", Armenian Journal of Physics, 9 (1). pp. 39-43. ISSN 1829-1171 (2016).
4. A. Gyurjinyan and R.Avetisyan, , "Characterizing New Multi-Channel Peak Sensing ADC-Mesytec MADC-32" Armenian Journal of Physics 9 (1). pp. 29-33. ISSN 1829-1171, (2016).
5. A. Gyurjinyan "Conversion Coefficients Measurements for  $^{195}\text{Au}$ " Armenian Journal of Physics, 9 (2). pp. 117-119, ISSN 1829-1171, (2016).
6. R.Avagyan, R.Avetisyan, V.Ivanyan, I.Kerobyan "GEANT4 Simulations of the Low Energy Neutron Beam Formation" 7<sup>th</sup> International Conference "Charged & Neutral Particles Channeling Phenomena *Channeling 2016*" SIRMIONE-DESENZANO DEL GARDA (Italy) on September 25-30, 2016.
7. R.Avagyan, R.Avetisyan, V.Ivanyan, I.Kerobyan "Calculations of Neutron Yield and Gamma Rays Intensity by GEANT4" Accepted for publication AJP

**100/7 Ցածր ֆոնային լաբորատորիայում 2016 թ. կատարված աշխատանքների հաշվետվություն**

**Ղեկ. Լ. Պողոսյան**

Հաշվետու ժամանակահատվածում կատարվել են հետևյալ աշխատանքները

1. *Տրանսուրանային տարրերի տրոհման հազվադեպ կանալների որոնումը*  
Որոնվում են միջուկների խիստ ասիմետրիկ տրոհման կանալներ, ներառյալ երկու և ավելի նեյտրոններից բաղկացած նեյտրոնային միջուկների առաքման կանալները:

1.1 Գիտափորձն իրականացվում է Ավանի ադի հանքի ստորգետնյա լաբորատորիայում HPGe դետեկտորի հիման վրա գործող ցածրֆոնային գիտասարքի միջոցով: Տրոհման կանալները իդենտիֆիկացվում են բնորոշ զամմա-գծերով, որոնք պատկանում են տրոհման այս կամ այն արգասիքին: Հետազոտման առարկա են հանդիսացել  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{249}\text{Cf}$ ,  $^{250}\text{Cf}$ ,  $^{252}\text{Cf}$  միջուկները: Կուտակված տվյալները ներկայումս մշակվում են: Հետագա չափումները կատարվելու են վերջերս ձեռք բերված HPGe դետեկտորով, որի կառուցվածքը հնարավորություն է ընձեռում ավելի լավ պաշտպանվելու արտաքին ֆոնից՝ դրանով իսկ ապահովելով գիտասարքի ավելի բարձր զգայնություն: Նեկայումս նոր դետեկտորի հիման վրա ստեղծվում է ցածրֆոնային գիտասարք, որը կտեղադրվի ստորգետնյա լաբորատորիայում մինչև տարեվերջ:

1.2 Կատարվել են նաև վերոհիշյալ միջուկների ալֆա-սպեկտրոսկոպիկ չափումներ՝ օգտագործելով սիլիցիումի կիսահաղորդչային դետեկտորներ, որոնք թույլ են տալիս բնորոշ ալֆա-գծերի միջոցով նույնացնել տրոհման կանալները: Տվյալ մեթոդիկայի շնորհիվ հնարավոր եղավ ժխտել Տոմսկի խմբի՝ վերջերս հրատարակված արդյունքները [1], որոնք կարող էին դիտարվել որպես օկտանեյտրոնի գոյության վկայություն: Ըստ մեր չափումների [2], օկտանեյտրոնի հնարավոր գոյության դեպքում նրա ինքնաբերական առաքման հավանականությունը  $^{252}\text{Cf}$  միջուկից ավելի քան երեք անգամ ցածր է [1]-ում բերված արժեքից: Դրանից բացի, ստացվել են մի շարք փորձարարական սահմանափակումներ  $^{250}\text{Cf}$  և  $^{252}\text{Cf}$  միջուկների կլաստերային ռադիոակտիվության որոշակի կանալների վերաբերյալ [2]: Զուգահեռաբար ընթանում են ալֆա-սպեկտրաչափի կատարելագործման աշխատանքներ, որոնք թույլ կտան բարելավելու չափումների զգալնությունը:

2. *Մյուռնային հոսքի մշտադիտարկում (մոնիտորինգ)*

Ավարտին է հասցվել պլաստիկ առկայծիչների հիման վրա տիեզերական մյուռնների մշտադիտարկման համար նախատեսված գիտասարքի ստեղծման աշխատանքների առաջին փուլը: Աշխատանքները

նպատակամղված են ստեղծելու մթնոլորտում տիեզերական ճառագայթների կողմից գեներացված ավելի քան 150 ԳԷՎ էներգիայով մյուոնների մշտադիտարկման գիտասարք, ինչը հնարավորություն կտա լրացնելու ինֆորմացիան (հատկապես կոռելյացիոն բնույթի չափումներում), որը ստացվում է բարձրլեռնային գիտասարքերի օգնությամբ, որոնք ներկայումս գործում են ԵրՖԻ-ի Տիեզերական ճառագայթների բաժանմունքում, ապահովելով 1 ՄԷՎ-ից մինչև 5 ԳԷՎ էներգիայով մյուոնների հոսքի մշտադիտարկումը: Ներկայումս մեր ստեղծած գիտասարքի մակերեսը կազմում է 1 մ<sup>2</sup>: Նախատեսվում է աստիճանաբար ավելացնել գիտասարքի չափսերը:

3. *Ինտերնետային կապ*

Ստեղծվել է ինտերնետային կապ ստորգետնյա լաբորատորիայում գործող բոլոր գիտասարքերի հետ, ինչն ապահովում է դրանց միջոցով կուտակված տվյալների հեռակա վերլուծությունը: Մասնավորապես, իրականացվել է սինքրոնացում ստորգետնյա լաբորատորիայում մյուոնների հոսքի չափումների և ինստիտուտի բարձրլեռնային կայաններում իրականացվող չափումների միջև:

4. Մենք առաջարկել և իրականացնում ենք հետազոտություններ բիսմութի միջուկի՝ համեմատելի զանգվածներով երեք ֆրազմենտների ֆոտոճեղքման վերաբերյալ: Չնայած այն բանին, որ փորձարարական տվյալները կուտակվել են մեր կողմից դեռևս 90-ական թվականներին, այդ ուղղությունը մինչ այսօր պահպանում է իր հրատապությունը:

5. *Կիրառական հետազոտություններ:*

Շարունակվել են աշխատանքները հնագիտական նմուշների ռադիոածխաջրածնային վերլուծության գիտասարքի կատարելագործման ուղղությամբ:

Հաշվետու ժամանակահատվածում հրատարակվել է մեկ աշխատանք [2]:

1. G.N. Dudkin, A.A.Garapatskii, V.N. Padalko, Nucl. Instr. Meth. A760, 73 (2014)

2. Г. Айвазян, Г. Гулканян, В. Погосов, Л. Погосян, Известия НАН Армении 51, с.3, 2016.

**Գամմա ճառագայթման սպեկտրաչափ համակարգ՝ հատուկ մաքրության գերմանիումի դետեկտորի հիման վրա**

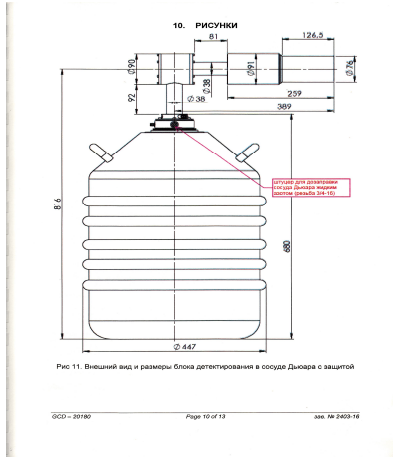
ՓՖԲ-ը ստացել է **Գամմա ճառագայթման սպեկտրաչափ համակարգ** հատուկ մաքրության գերմանիումի դետեկտորի հիման վրա որը օգտագործվելու է ռադիոնուկլիդների արձակած գամմա քվանտների էներգիայի և ինտենսիվության չափման համար: Լրակազմը հետևյալն է՝



- Կոաքսիալ դետեկտոր հատուկ մաքրության գերմանիումից, նախատեսված գամմա ճառագայթման չափման համար (հորիզոնական կրիոստատով)
- բազմականալային անալիզատոր BOSON
- Մալուխների կոմպլեկտ
- Տեխնիկական փաստաթղթերի և պասպորտների կոմպլեկտ

**Տեխնիկական բնութագիր**

№	Պարամետրի անվանում	Չափը
1.	Չափվող գամմա-ճառագայթման էներգիայի ընդգրկում, կէՎ	40-10000
2.	Գրանցման էֆեկտիվությունը 1,33 ՄէՎ էներգիայի համար (3X3” NaI(Tl) սցինտիլյացիոն դետեկտորի համեմատ), %	> 20
3.	Էներգետիկ լուծողականություն 122 կէՎ 1332 կէՎ Էներգիաների համար, էՎ	850 1800
4.	Բարձրագույն կետ/կոմպտոն հարաբերություն	51:1
5.	Դետեկտորի օպտիմալ աշխատաքային լարում, Վ, դրական	1000 ÷ 4000
6.	Դետեկտորի կափարիչի առաջնային պատի նյութը	ալյումինիում
7.	Դետեկտորի կափարիչի առաջնային պատի հաստությունը, մմ	0,7
8.	Դետեկտորի կափարիչի տրամագիծը, մմ	76
9.	Co-60 աղբյուրից ստատիստիկ իմպուլսների հաճախականության առավելագույն բեռնում, իմպուլս/վրկ., ոչ պակաս	50 000
10.	Հաստատուն հոսանքի աղբյուրից նախաուղեղացուցիչի սնուցման լարում, Վ	±12
11.	Միացման մալուխների երկարություն, մ	2
12.	Սառեցման ժամանակը՝ հեղուկ ազոտի լցումից հետո, ժամ, ոչ ավել	8
13.	Սառեցման համակազմի Դյուարի անոթի ծավալը, լ	22
14.	Հեղուկ ազոտի լրացման ժամանակահատված, օր, ոչ պակաս	15



Նկ. 1. GCD-20180 կոաբսիալ դետեկտորի չափսերը և արտաքին տեսքը

## Բազմականալային անալիզատոր BOSON

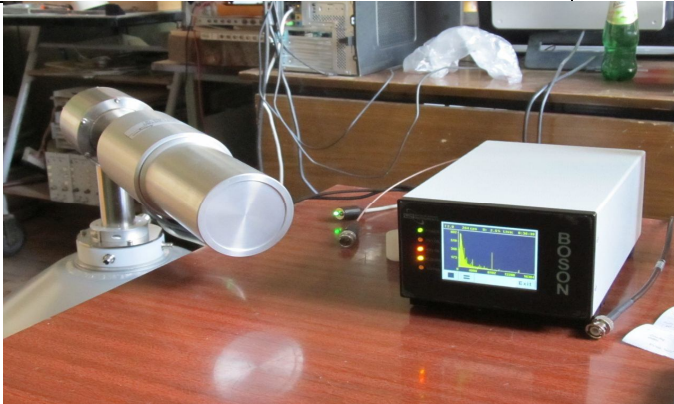
### Լրակազմ

- Անալոգային ուժեղացուցիչ
- Անալոգաթվային փոխակերպիչ
- Բարձրավոլտ և ցածրավոլտ սնուցման աղբյուրներ
- Բուֆերային հիշողություն
- Միկրոպրոցեսորային դեկավարման և համակարգչի հետ կապի ապահովման հանգույցներ

### Տեխնիկական բնութագիր

Պարամետր	Արժեք
Ձևավորման ձևը	RCL + «իդեալական», ժամանակից կախված ինտեգրատոր
Ձևավորման ժամանակի հաստատուն	Ձևավորման ժամանակի 4 հաստատուն` 0,7...16 մկվրկ.
Ուժեղացման գործակից, կոպիտ	5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640
Ուժեղացման գործակից, սահուն	2 ( 14-bit Թիվ-Ամպլիտուդա Փոխակերպիչ)
Մուտքային ազդանշանի բևեռականություն	+/-
TRP նախաուժեղացուցիչ	Առկա ք: Կառավարումը` 10 ... 100 մկվրկ.
Ինտեգրալ ոչ գծայնություն	+/- 0,025%
Դիֆերենցիալ ոչ գծայնություն	<1%
Ուժեղացման գործակցի ջերմաստիճանային կայունություն	<50 ppm/C

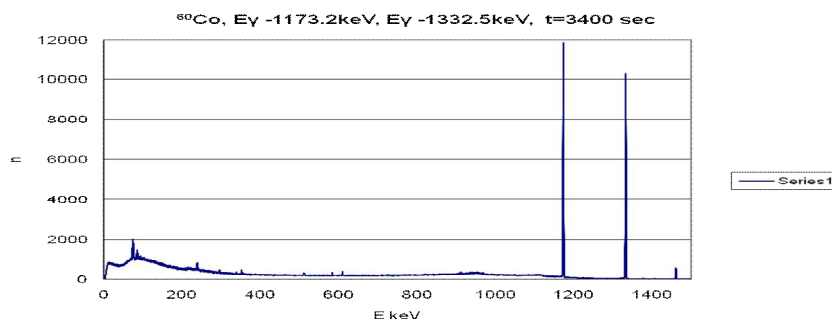
Կանալների քանակը սպեկտրում	256, 512, 1k, 2k, 4k, 8k, 16k
Կրկնակված իմպուլսների լուծողականության ժամանակ	<500 նվ
Մուտքային բեռնում	200000 իմպուլս/վրկ.
Նախաուժեղացուցիչի սնուցում	+/- 12Վ; 60 մԱ +/- 24Վ; 40 մԱ
Ելքային բարձր լարում	+/-5000 Վ կամ +/-2000 Վ
Սնուցում	+9... 18 Վ; 1 Ա
Հզորություն	12 Վտ
Կապի կանալներ	USB, Ethernet, անալոգային ազդանշան
Աղմուկի մակարդակ	< 3 մՎ 2 մկվրկ. դեպքում



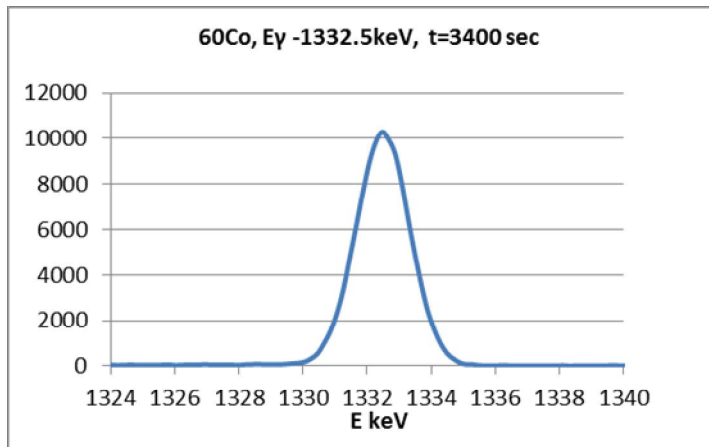
Նկ. 2. GCD-20180 կոաքսիալ դետեկտոր և անալիզատոր BOSON

### **Փորձարկման արդյունքները**

Հատուկ մաքրության գերմանիումի դետեկտորի հիման վրա գամմա ճառագայթման սպեկտրաչափի աշխատանքի և գլխավոր հատկանիշների ստուգումը կատարվել է  $^{60}\text{Co}$  ու  $^{137}\text{Cs}$  ռադիոակտիվ աղբյուրների օգնությամբ:



Նկ. 3.  $^{60}\text{Co}$  ռադիոակտիվ աղբյուրի  $\gamma$ -ճառագայթման սպեկտրը



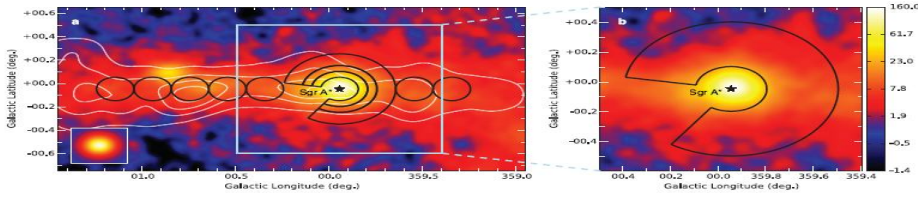
Նկ. 4.  $^{60}\text{Co}$  աղբյուրի 1332.5 կէՎ էներգիայով  $\gamma$ -ճառագայթման էներգետիկ լուծողականություն կազմում է 1800 էՎ

**100/8 Աստղաֆիզիկական աղբյուրների հետազոտությունը պատկերային մթնոլորտային չերենկոյան դիտակների HESS և CTA համակարգերի օգնությամբ Ղեկ. ֆիզ.մաթ.գիտ.թեկնածու Սահակյան Վարդան**

Հաշվետու ժամանակահատվածում Ա.Ի.Ալիխանյանի անվան ազգային գիտական լաբորատորիայի (Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ) Փորձարարական ֆիզիկայի բաժանմունքի Չերենկոյան դիտակների օգնությամբ աստղաֆիզիկական աղբյուրների ուսումնասիրման (HESS և CTA) խմբի կողմից շարունակվել են աշխատանքներն ինչպես H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System) համագործակցության գիտական ծրագրի իրականացման, այնպես էլ ցածր էներգիաների ( $E \leq 20 - 30 \text{ GeV}$ ) գամմա քվանտներից առաջացած մթնոլորտային հեղեղների չերենկոյան պատկերները նկարագրող պարամետրերի առանձնահատկությունների ուսումնասիրության ուղղությամբ:

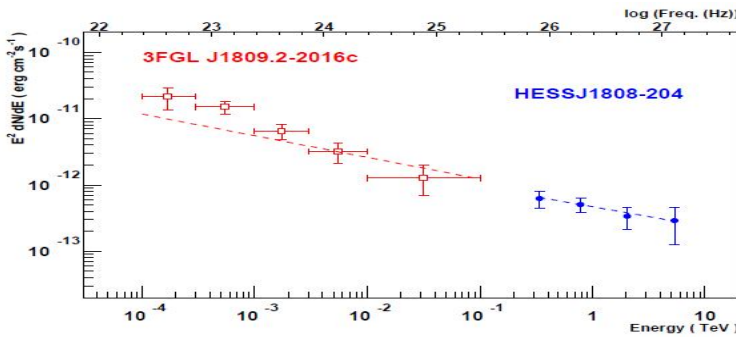
H.E.S.S. համագործակցության շրջանակներում, խումբը, մասնավորապես, մասնակցել է տարբեր դասերի պատկանող աստղաֆիզիկական օբյեկտներից գրանցված բարձր էներգիաների գամմա քվանտների հոսքերի փորձարարական տվյալների վերլուծությանը և տեսական մեկնաբանությանը: Այդ ուղղությամբ իրականացվել են հետևյալ աշխատանքները՝

- հայտնագործվել է ՊէՎ էներգիաների մասնիկներ աղբյուր (ՊէՎատրոն) Գալակտիկայի կենտրոնական մասում [1]: Գամմա ճառագայթների առաջացման մեխանիզմը հաղորնային է և Գալակտիկական կենտրոնում գտնվող օբյեկտներից միայն գերծանր սև խոռոչը՝ Աղեղնավոր Ա\*-ն (Sagittarius (Sgr) A\*) կարող է լինել ՊէՎ էներգիայով պրոտոններ առաքող ամենահավանական օբյեկտը:



Նկար 1. Գալակտիկայի կենտրոնի շատ բարձր էներգիաների գամմա-ճառագայթների պատկերը (պիքսելի չափերը  $0.02^\circ \times 0.02^\circ$ ): Մեծացրած պատկերում ներկայացված է Sgr A\* կենտրոնով օղակը, որն օգտագործվել է դիֆուզ ճառագայթման սպեկտրը ստանալու համար:

- լրացուցիչ դիտումների և ավելացված փորձարարական տվյալների հիմնա վրա ցույց է տրվել, որ H.E.S.S. համագործակցության կողմից 2009 թ. հայտնագործած SNR RCW 86 կեղևատիպ (shell type) գերնոր մնացորդի գամմա ճառագայթման տիրույթը կեղևն է, այլ ոչ թե կենտրոնական սֆերիկ մասը [2]:
- հայտնագործվել է բարձր էներգիաների գամմա ճառագայթների հաստատուն և տարածական աղբյուր HESS J1808-204՝ SGR1806-20, LBV1806-20 և CI\* 1806-20 օբյեկտների ուղղությամբ [3]:



Նկար 2. HESS J1808-204-ի և Fermi-LAT 3FGL J1809.2-2016c աղբյուրի էներգետիկ հոսքերը:

CTA (Cherenkov Telescope Array) համագործակցության գիտական ծրագրի իրականացման շրջանակներում հետազոտվել է ցածր էներգիաների ( $E \leq 20 - 30 \text{ GeV}$ ) գամմա քվանտներից առաջացած մթնոլորտային հեղեղների չերենկովյան պատկերները նկարագրող պարամետրերի (Հիլլասի պարամետրեր) առանձնահատկությունները ծովի մակարդակից 5000 մ բարձրության վրա տեղակայված պատկերային մթնոլորտային չերենկովյան դիտակների (ՊՄՉԴ) համար:

ՊՄՉԴ-ի աշխատանքի թվային մոդելավորման նպատակով ստեղծվել է մեկ միասնական ծրագրային փաթեթ, որի օգնությամբ իրականացվել են թվային մոդելավորման աշխատանքներ CTA նախագծի բոլոր տիպի դիտակների՝ SST, MST և LST համար և ուսումնասիրվել են չերենկովյան պատկերների Alpha և Dist պարամետրերի առանձնահատկությունները:

### **Հրատարակումներ**

1. A. Abramowski, F. Aharonian, F. Ait Benkhali, A. Akhperjanian..., V. Sahakian,... et al. (The HESS Collaboration), “Acceleration of Petaelectronvolt protons in the Galactic Centre”, Nature 531 (2016) 476–479.
2. A. Abramowski, F. Aharonian, F. Ait Benkhali, A. Akhperjanian..., V. Sahakian,... et al. (The HESS Collaboration), “Detailed spectral and morphological analysis of the shell type SNR RCW 86”, Astron. Astrophys. in press, arXiv:1601.04461v1 (2016).
3. H. Abdalla, A. Abramowski, F. Aharonian, ..., A. Akhperjanian..., V. Sahakian,... et al. (The HESS Collaboration), “Extended VHE gamma-ray emission towards SGR1806-20, LBV1806-20, and stellar cluster Cl\*1806-20”, Astron. Astrophys. in press arXiv:1606.05404v2 (2016).

ՓՖԲ ղեկավար

Ա.Սիրունյան