

**Տարեկան հաշվետվություն 2017 թ.**

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

**Փորձարարական Ֆիզիկայի Բաժանմունք**

**ՓՖԲ-ի ղեկ. ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ Ա.Միրունյան**

**ԵՐԵՎԱՆ – 2017**

## Փորձարարական Տիզիկայի Բաժանմունքի 2017 թ. ընթացիկ հաշվետվություն

**Փորձարարական աշխատանքներ** գծային արագացուցչի (ինժեկտոր ) (ԱՍԳԼ) և հետազոտություններ միջազգային կենտրոնում ( CERN-LHC)

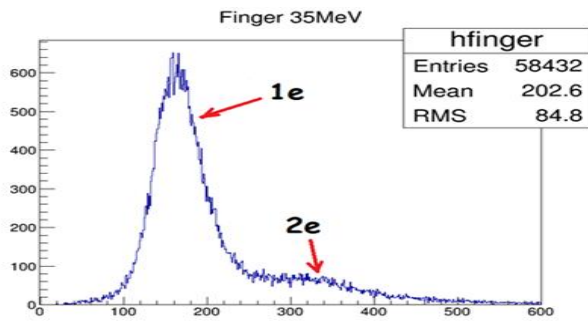
ղեկավար՝ ֆիզ-մաթ.գիտ.դոկտոր-պրոֆ., ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ **Ա.Միրունյան 1.(ՄԿԾ-75)** գծային էլեկտրոնային արագացուցչի վրա կատարած աշխատանքներ

Հաշվետու ժամանակահատվածում կատարված աշխատանքները (ՄԿԾ-75) գծային արագացուցչի վրա թույլ են տալիս գործնությունը կազմակերպել բարձր հուսալիությամբ փնջի պարամետրերի լայն դիապազոնում՝ էլեկտրոնային փունջ 10-40 ՄԷՎ էներգիայով և մինչև 1մկԱ ինտենսիվությամբ, ինչը թույլ է տալիս համեստ ֆինանսավորմամբ միջուկային ֆիզիկայի ոլորտում իրականացնել արդիական փորձարարական աշխատանքներ: Ավարտվեց է ՄԿԾ-75 գծային արագացուցչի վրա ԱՍԳԼ( ԵրՖԻ ) և ՄՀՄԻ (Դուբնա) համագործակցության շրջանակներում Mu2e (FNAL,USA) գիտափորձի համար CsI բյուրեղների տրամաչափման աշխատանքները ցածր ինտենսիվության էլեկտրոնային փնջով ( պայմանագիր N 200/1770, 2017թ. ): Երկու սեանսների ժամանակ (հունիս, սեպտեմբեր )կատարվել են չափումներ 10-40 ՄԷՎ էներգիաների տիրույթում 5 ՄԷՎ քայլով 9 CsI դետեկտորներից կազմված (3x3) մատրիցայի վրա:

Նախնապես կատարվել էին ռեզլամենտային պրոֆիլակտիկ աշխատանքներ ՄԿԾ-75- ում և 26ԱՊ սինիսրոն սնման համակարգի շղթաներում, վերանորոգվել է հովացման շղթայի ջրային պոմպը, ստեղծվել է օդակում գտնվող փնջի զուգահեռ տեղափոխման փնջատարում վակուումի չափման և հսկման հնարավորությունը, վերականգնվել է (փաստորեն նորից ստեղծվել է) ինժեկտորի արագացնող սեկցիաների և կլիստրոնների ջերմաստիճանների չափման էլեկտրոնային համակարգ կոմպյուտերային մոնիտորինգով: Զուգահեռ տեղափոխման տրակտում կարուցվել է հզոր կապարե ռադիացիոն պատնեշ:



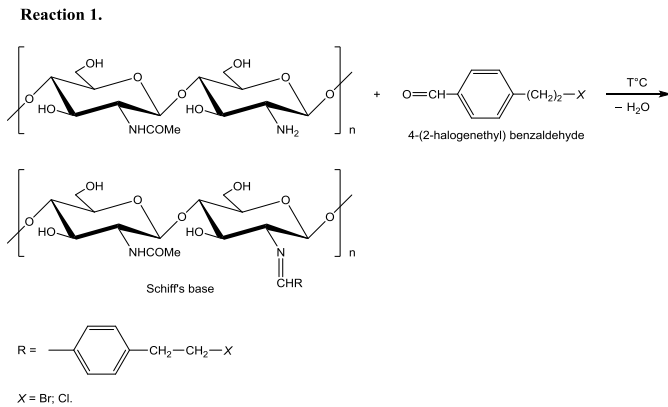
Արդյունքում, աշխատանքը սեանսների ժամանակ ( 10/07/17 — 14/07/17 և 25/09/17 — 02/10/17) գերցածր ինտենսիվության փնջով (10-20 e<sup>-</sup>/վրկ.) կատարվեց բավականին արդյունավետ:



Այս չափումները լրացնում են ՄՀՄԻ թմի կողմից նախկինում ձեռք բերված արդյունքները 80-140 ՄեՎ էներգետիկ տիրույթում Ֆրասկատիում (Իտալիա): Ներկայումս կատարվում է ստացված տվյալների մշակում և հիմնական արդյունքների հրատարակում:

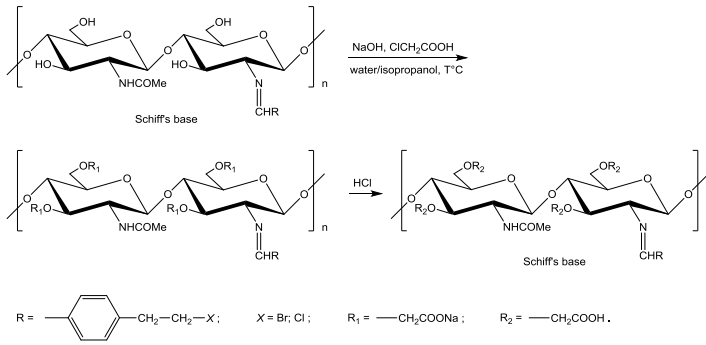
**Խիտոզանի նոր ածանցյալների սինթեզ և ուսումնասիրություն**

**Հաշվետու ժամանակահատվածում** շարունակվել են խիտոզանի նոր ածանցյալների սինթեզն ու բնութագրական տվյալների ստացումը, նպատակ ունենալով սինթեզել խիտոզանի բոլորովին նոր և ջրալույծ ածանցյալներ: Չնայած խիտոզանի ածանցյալների բազմաթիվ և արդյունավետ կիրառություններին, նրանց օգտագործումը սահմանափակող հիմնական գործոնը մնում է այդ ածանցյալների լուծելիությունը: Այս առումով խիտոզանի ջրալույծ ածանցյալների սինթեզն ու ուսումնասիրությունն, անկասկած, մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում: Խիտոզանի բոլորովին նոր և ջրալույծ ածանցյալների սինթեզն իրականացրել ենք որպես էլանյութ ստանալով ու օգտագործելով ստորև (Reaction 1) ուրվագծում բերված Շիֆֆի հիմքերը:



Ապա, որպես էլանյութ օգտագործելով մեր կողմից ստացված ու վերը նշված Շիֆֆի հիմքերը, գրականության մեջ խիտոզանի ջրալույծ ածանցյալների սինթեզի նկարագրված ուրվագծի համաձայն (Reaction 2)

**Reaction 2.**



սինթեզել ենք մի շարք միացություններ: Սինթեզներն իրականացրել ենք փոփոխելով արգասիքների հիմնական հատկությունների վրա հնարավոր և էական ազդեցություն ունեցող այնպիսի ազդակներ, ինչպիսիք են էլանյութերի մոլյար բաժինների, ռեակցիոն միջավայրի (ջուր/իզոպրոպանոլ) հարաբերակցությունները, ռեակցիոն միջավայրի ջերմաստիճանն ու սինթեզների տևողությունը: Օգտագործելով այլ հեղինակների կողմից նախկինում գրականությունում տպագրված մոտեցումները /մանրամասները, համեմատության համար, սինթեզել ենք նաև այդ հեղինակների կողմից ստացված խիտոզանի ջրալույծ ածանցյալներ: Համաձայն FTIR ATR և  $^1\text{H}$  NMR մեթոդների օգտագործմամբ ստացված տվյալների մեզ հաջողվել է սինթեզել նպատակային արգասիքները: Կարևոր ենք համարում ընդգծել, որ սինթեզված և FTIR ATR ու  $^1\text{H}$  NMR մեթոդներով նույնականացված բոլոր արգասիքներն ամբողջովին կամ մասամբ ջրալույծ են:

Շարունակում ենք մեր կողմից սինթեզված բոլորովին նոր և հայտնի խիտոզանային ածանցյալների ջրում լուծելիության որոշ մանրամասների (օրինակ, արգասիքների ջրային միջավայրում լուծելիության կախվածությունը միջավայրի pH-ի մեծությունից) նաև քիմիական բաղադրության ու թերմոգրավիմետրիկ հատկանիշների և մի քանի այլ բնութագրերի ուսումնասիրությունները:

Նախատեսում ենք, ֆինանսական աջակցություն ապահովելու պայմաններում, Մատենադարանի աշխատակիցների հետ համատեղ ուսումնասիրել ու սինթեզված համակարգերը նպատակային օգտագործել Հայաստանի (կարծում ենք ոչ միայն Հայաստանի) համար բացառիկ կարևորություն ունեցող հին ձեռագրերի վերականգնման և ամրացման աշխատանքներում:

Տպագրված աշխատանքների ցանկ

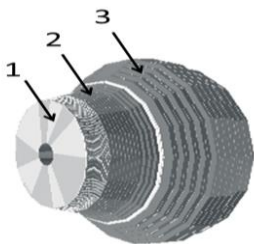
1. A. Avetisyan, R. Avagyan, R. Dallakyan, G. Avdalyan, N. Dobrovolsky, V. Gavalyan, I. Kerobyan, G. Harutyunyan. Investigation of  $^{123}\text{I}$  production using electron accelerator. Nuclear Medicine and Biology, 47 (2017) 44–47.

## CMS –գիտափորձ

CERN-ի Մեծ Հաղորդանային Կոլայդերի (LHC) Կոմպակտ Սյուունային Սուլենոիդ (CMS) գիտափորձում մասնակցել ենք ( $\sqrt{s}$ )= 13 ՏեՎ էներգիայով pp-բախումներում նոր ծանր ռեզոնանսների որոնմանը, որոնք տրոհվում են WW, WZ կամ ZZ բոզոնների: Արդյունքները հիմնված են տվյալների համապատասխանող  $2.3 \text{ fb}^{-1}$  ինտեգրալ լուսատվությանը: Հիզգս բոզոնի հատկությունները չափվել է H- ից առաջացած ZZ- ի չորս լեպտոնների 4l (l = e, mu) տրոհումից օգտագործելով pp բախումների տվյալները ( $\sqrt{s}$ )= 13 ՏեՎ էներգիայով CMS դետեկտորում, որը համապատասխանում է  $35.9 \text{ fb}^{-1}$  ինտեգրալ լուսատվությանը: CMS- դետեկտորը ունի մասնիկների հոսքի (PF) վերակառուցման համար պիտանի հատկություններ՝ բարձր սեզմենտացիայով տրեկեր, մանրահատիկային էլեկտրամագնիսական կալորիմետր, հերմետիկ հաղորդանային կալորիմետր, ուժեղ մագնիսական դաշտ և հիանալի մյուոնային սպեկտրաչափ: Յուրաքանչյուր բախման համար հայտնաբերված և որոշակի ալգորիթմով վերակառուցված մասնիկների ցուցակը ապահովում է զլոբալ դեպքերի նկարագրություն, որը հանգեցնում է շիթերի և հաղորդների վերականգմանը, լայնակի իմպուլսի որոշմանը և էլեկտրոնի և մյուոնների նույնականացմանը: Արդիականացված CMS դետեկտորի եզրային հաղորդանային կալորիմետրի համար տարբեր լայնական սեզմենտացիաների դեպքում գնահատել ենք վեկտոր- բոզոնային միաձուլման մեխանիզմով Հիզգս բոզոնի ծնման պրոցեսի ( $VBF H \rightarrow \tau\tau^+$ ) նշմարված շիթերը:

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

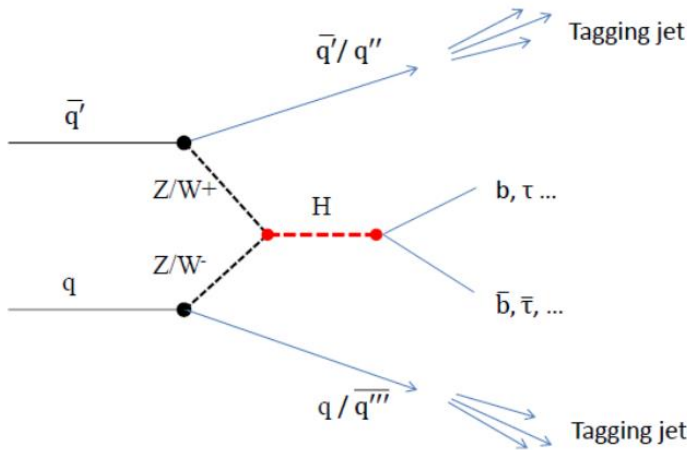
2023 թ նախատեսված է Մեծ հաղորդանային կոլայդերի (LHC) 3-րդ երկարատև դադարը (Long Shutdown 3: LS3): Այս փուլում իրականացվելու են աշխատանքներ, որոնք թույլ կտան LHC-ին դուրս բերել լուսատվության նոր մակարդակ ( High Luminosity LHC- HL-LHC)՝  $5-10 \times 10^{34} \text{ սմ}^{-2}\text{վ}^{-1}$ , 13-14 ՏեՎ էներգիաներով pp-բախումների ռեժիմում: LS3-ի ընթացքում իրականացվելու է CMS-դետեկտորի արդիականացման 2-րդ փուլը (CMS Phase2 Upgrade)[1] , որն իր ծավալներով լինելու է անհամեմատ ավելի ընդգրկուն քան առաջինը: CMS-EndCap կալորիմետրի արդիականացումը իրականացվելու է ներկայիս կալորիմետրը "High-Granularity Calorimeter" (HGCal) -ով փոխարինելով: HGCal-ը իրենից ներակայցնելու է փսևդոնարագության  $\eta = 1.5 - 3$  տիրույթը ծածկող, շատ մանր լայնական սեզմենտացիայով կալորիմետր՝ բաղկացած 3 ենթահամակարգերից՝ EE (Electromagnetic EndCap), FHE կամ FH (Front Hadron EndCap), BHE կամ BH (Back Hadron EndCap) (նկ. 3):



Նկ. 3. HGCal-ը իր ենթահամակարգերով՝ EE (եզրային էլեկտրամագնիսական կալորիմետր), FHE (դիմային եզրային հաղորդանային կալորիմետր), BH(ետնային եզրային հաղորդանային կալորիմետր):

BH- ի համար բաց է մնում լայնական սեգմենտացիայի հարցը, այսինքն (բջիջների լայնակի չափերը):

Higgs մասնիկի ծնումը վեկտոր բոզոնի միաձուլման մեխանիզմի (VBF) միջոցով, դա Հիզգս բոզոնի կապերի ուսումնասիրման հիմնական պրոցեսներից մեկն է տարրական մասնիկների հետ, մասնավորապես, ֆերմիոնների հետ: Առավել խոստումնալից է Հիզգս բոզոնի ծնումը VBF պրոցեսում, որտեղ նա տրոհվում է երկու  $\tau$ -լեպտոնի, և բացի Հիզգս բոզոնի տրոհումից ծնված մասնիկների, առկա են նաև երկու քվարկներ, որոնք ծնում են երկու jet-եր՝ այսպես կոչված  $\text{Tagging jet}$ -եր, որոնք որոշակիորեն կորելացված են միմյանց նկատմամբ հնարավորություն են տալիս բավականին ճնշել ֆոնային պրոցեսները, սիգնալային պրոցեսը չափելու համար: Այս երկու jet-երը լայնորեն կիրառվում են VBF-ում Հիզգսի ծնման պրոցեսի ընտրման գործում:



Նկ. 4. VBF-ում Հիզգսի ծնման պրոցեսը և  $\text{Tagging jet}$ -երը

Նշմարված շիթերի նույնականացումը, երբ  $pp$  - փոխազդեցություններում ֆոնային Jet-րի քանակը (PileUp  $\sim 140$  և ավելին է) շատ կարեւոր խնդիր է, որը կարող է լուծվել, օգտագործելով բազմաչափ անալիզի ալգորիթմը PileUpJetId[2,3]: Ներկայացված աշխատանքը [4] նվիրված է VBF  $H \rightarrow \tau\tau$  + պրոցեսում նշմարված շիթերի նույնականացմանը տարբեր BH սեգմենտացիայի ժամանակ: Հաշվարկների համար օգտագործվում էին VBF  $H \rightarrow \tau\tau$  պրոցեսի տվյալները, որոնք մոդելավորվել էին Մոնտե-Կարլո «Powheg» և «Pythia\_6» գեներատորների օգնությամբ: Դեպքերի մոդելավորումը, վերականգնումը և մշակումը կատարվում էր օգտագործելով CMSSW ծրագրային փաթեթը: Հաշվարկները կատարվել են BH-ի երեք տարբեր լայնակի սեգմենտացիայի համար՝  $2 \times 2$  սմ<sup>2</sup>,  $4 \times 4$  սմ<sup>2</sup> և  $8 \times 8$  սմ<sup>2</sup> բջիջների չափերով: CMS դետեկտորի արդիականացման երկրորդ փուլի ավարտից հետո LHC- ն կաշխատի առավելագույն լուսավորության ռեժիմում ( $5-10 \times 10^{34}$  սմ<sup>-2</sup>ս<sup>-1</sup>) և 13-14 ՏԷՎ

պրոտոնների բախման էներգիայով: Հաշվի առնելով ակնկալվող բարձր ճառագայթային դոզան, հատկապես ետնային կալորիմետրիկ համակարգի ( $1.5 < |\eta| < 3$ ) շրջանում, ենթահամակարգերի ճառագայթային դիմադրությունը դիտարկվում է որպես գերակա խնդիր:

ԱԱԳԼ- ի խումբը մշակել է մեթոդ, որը նվիրված է LHC-ի բարձր լուսատվության ռեժիմում (HL-LHC) <sup>o</sup> Tagging jet - ըի նույնականացման խնդրին, երբ pp - փոխազդեցություններում ֆոնային Jet-ըի քանակը (PileUp  $\sim 140$  և ավելին) է: Հաշվարկներում օգտագործվել են Particle Flow[5] CHS շիթերը, վերակառուցված Anti- $K_T$  կլաստերային ալգորիթմով [6], որտեղ շառավղային պարամետրը  $R= 0.4$ . Շիթերի համար կիրարկվում էր նաև էներգիայի տարաչափումը [7,8] :

Ամեն մի շիթի համար հաշվում ենք PileUp դիսկրիմինատորի մեծությունը՝ +1 արժեքին համապատասխանում են իրական շիթերը, իսկ -1 արժեքին PileUp շիթերը:

Այս մեթոդը, հիմնվելով «PileUpJetId» ալգորիթմի վրա , թույլ տվեց նույնականացնել 80-85% մաքրության մի գույգ նշմարված շիթեր, ինչը զգալիորեն լավացրեց կատարված վերլուծության որակը (աղյուսակ 1): Ալգորիթմի առաջնայնությունը դա էֆֆեկտիվության և մաքրության արտադրյալի առավելագույն պայման է նշմարված շիթերի գույգի համար:

Աղյուսակ 1.

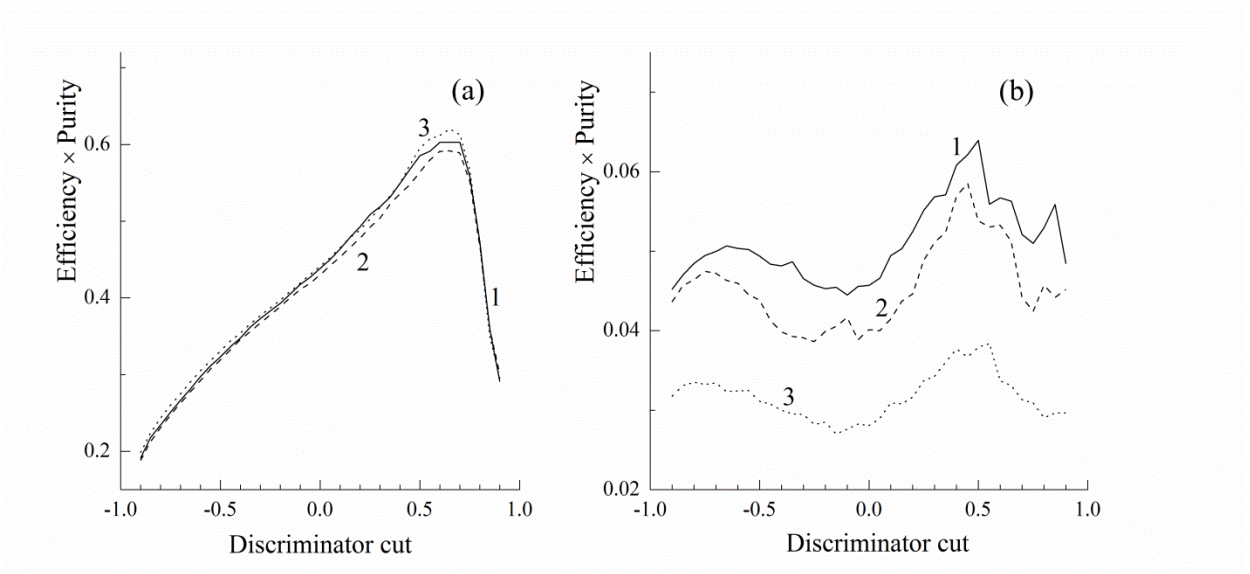
	Առանձ օգտագործելով շիթերի նույնականացման մեթոդը Pile Up դիսկրիմինատորի համար			Օգտագործելով շիթերի նույնականացման մեթոդը Pile Up դիսկրիմինատորի համար		
	էֆֆեկտիվ %	մաքրություն %	էֆֆ $\times$ մաքր $\times 100$	էֆֆեկտիվ %	մաքրություն %	էֆֆ $\times$ մաքր $\times 100$
$E_T > 20$ ԳէՎ	50.7	12.6	<b>6.4</b>	30.5	82.9	<b>25.3</b>
$E_T > 30$ ԳէՎ	53.9	28.5	<b>15.3</b>	40.8	80.3	<b>32.7</b>

**BH- ի լայնակի սեզմենտացիայի ազդեցությունը նշմարված շիթերի նույնականացման դեպքում**

5 և 6-նկարներում ցույց է տրված նշմարված շիթերի էֆֆեկտիվության և մաքրության արտադրյալի կախվածությունը “PU” դիսկրիմինատորից BH-ի տարբեր լայնակի սեզմենտացիաների համար: Դիտարկվել են երկու պսևվոդարագության ինտերվալ՝

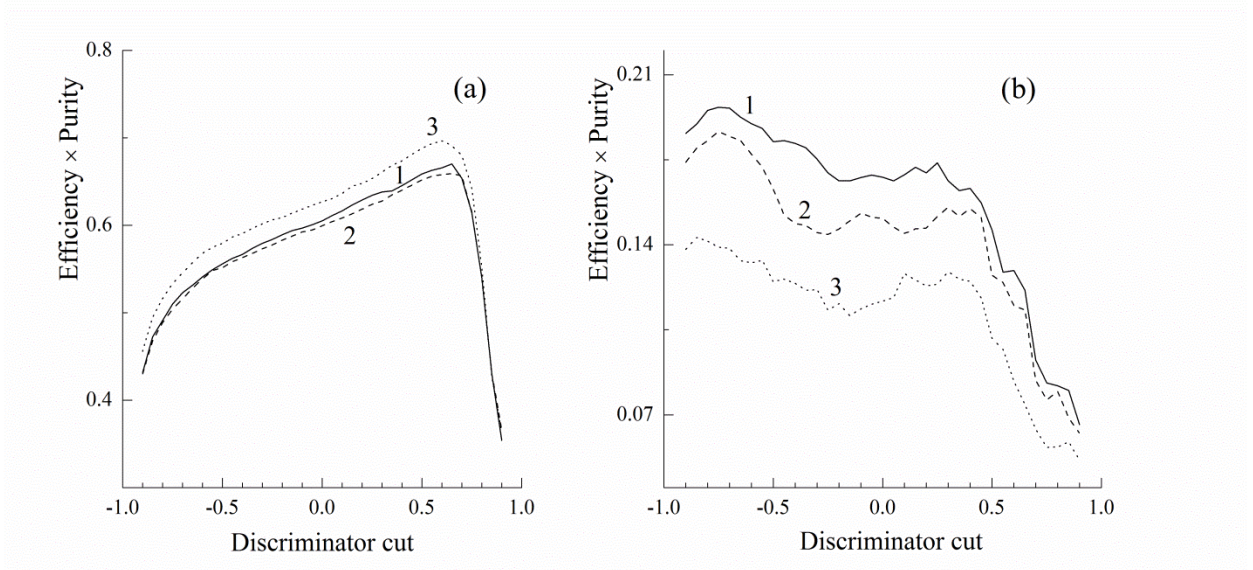
$1.5 < |\eta| < 2.6$  և  $2.6 < |\eta| < 3.0$  :





Նկար 5. Նշմարված շիթերի էֆֆեկտիվության և մաքրության արտադրյալի կախվածությունը “PU” դիսկրիմինատորից շիթերի  $E_t > 20$  GeV-ի դեպքում պսևդոարագության տարբեր միջակայքերում՝ ա) 1,5 -2,6, բ) 2.6-3:

(1)  $2 \times 2$  սմ<sup>2</sup>, (2)  $4 \times 4$  սմ<sup>2</sup>, (3) -  $8 \times 8$  սմ<sup>2</sup> սեգմենտացիաներ:



Նկար 6. Նշմարված շիթերի էֆֆեկտիվության և մաքրության արտադրյալի կախվածությունը “PU” դիսկրիմինատորից շիթերի  $E_t > 30$  GeV-ի դեպքում պսևդոարագության տարբեր միջակայքերում՝ ա) 1,5 -2,6, բ) 2.6-3:

(1)  $2 \times 2$  սմ<sup>2</sup>, (2)  $4 \times 4$  սմ<sup>2</sup>, (3) -  $8 \times 8$  սմ<sup>2</sup> սեգմենտացիաներ:

Նկարներից կարելի է տեսնել, որ 1.5-2.6 պսևդոարագության շրջանում BH-ի  $8 \times 8$  սմ<sup>2</sup> սեգմենտացիան տալիս է լավագույն արդյունքը, իսկ  $2 \times 2$  սմ<sup>2</sup> և  $4 \times 4$  սմ<sup>2</sup> սեգմենտացիաները նույն արդյունք են տալիս: 2.6-3 միջակայքում արդյունքը լավանում է բջիջների չափերի նվազեցմամբ և  $2 \times 2$  սմ<sup>2</sup> սեգմենտացիան օպտիմալ է:



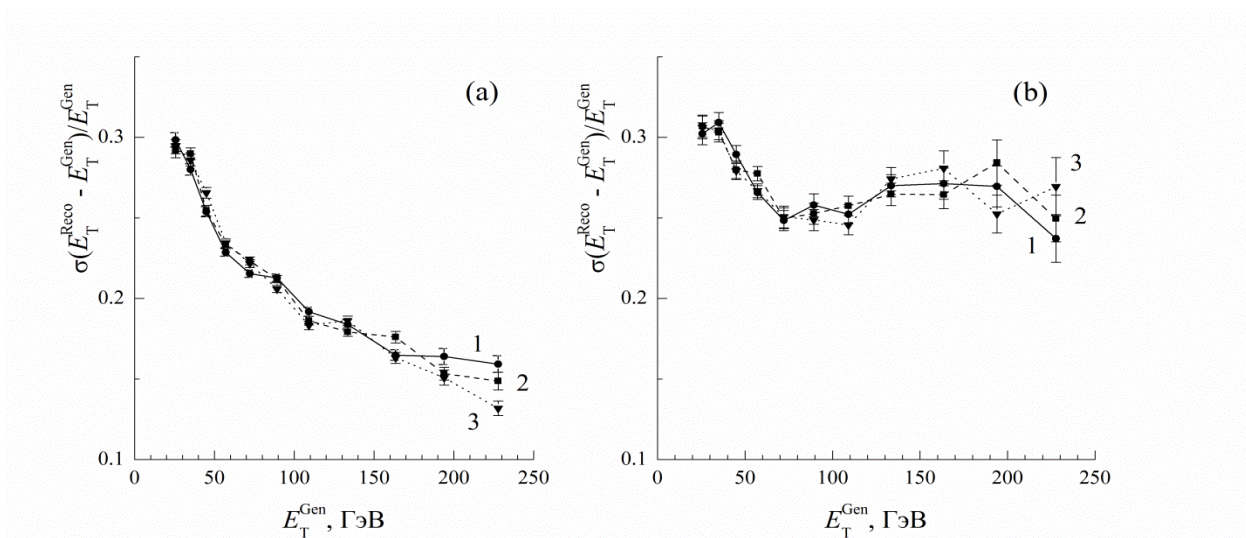
Աղյուսակ 2-ում ներկայացված են արդյունքներ տարբեր BH-ի տարբեր լայնակի սեգմենտացիաների դեպքում նշմարված շիթերի էֆֆեկտիվության և մաքրության արտադրյալի կախվածությունը “PU” դիսկրիմինատորից 20 և 30 ԳէՎ էներգիաների համար: Ետնային հաղորնային կալորիմետրի բջիջների լայնակի չափերը պետքը նվազեն աճող պսևվորարագության հետ: Սա համապատասխանում է նախագծային երկրաչափության գաղափարին:

Աղյուսակ 2.

Պ- ինտերվալ	էֆֆեկտիվություն × մաքրություն × 100					
	$E_T > 20$ ԳէՎ			$E_T > 30$ ԳէՎ		
	$2 \times 2 \text{ cm}^2$	$4 \times 4 \text{ cm}^2$	$8 \times 8 \text{ cm}^2$	$2 \times 2 \text{ cm}^2$	$4 \times 4 \text{ cm}^2$	$8 \times 8 \text{ cm}^2$
1.5–2.6	60.3	59.2	<b>62.0</b>	66.9	66.1	<b>69.8</b>
2.6–3.0	<b>6.4</b>	5.9	3.9	<b>19.6</b>	18.8	14.2
1.5–3.0	<b>25.3</b>	23.9	24.8	<b>32.7</b>	31.7	31.4

BH-ի լայնական սեգմենտացիան կարող է ազդել շիթերի էներգետիկ լուծողականության վրա:

Նկար 7 –ում ներկայացված է նշմարված շիթերի էներգետիկ լուծողականությունը տարբեր լայնակի սեգմենտացիաների համար (1)  $2 \times 2 \text{ սմ}^2$ , (2)  $4 \times 4 \text{ սմ}^2$ , (3)  $8 \times 8 \text{ սմ}^2$ :



Նկար 7. Նշմարված շիթերի էներգետիկ լուծողականությունը տարբեր լայնակի սեգմենտացիաների համար պսևդոփորարագության տարբեր միջակայքերում՝ ա) 1,5 -2,6, բ) 2.6-3:

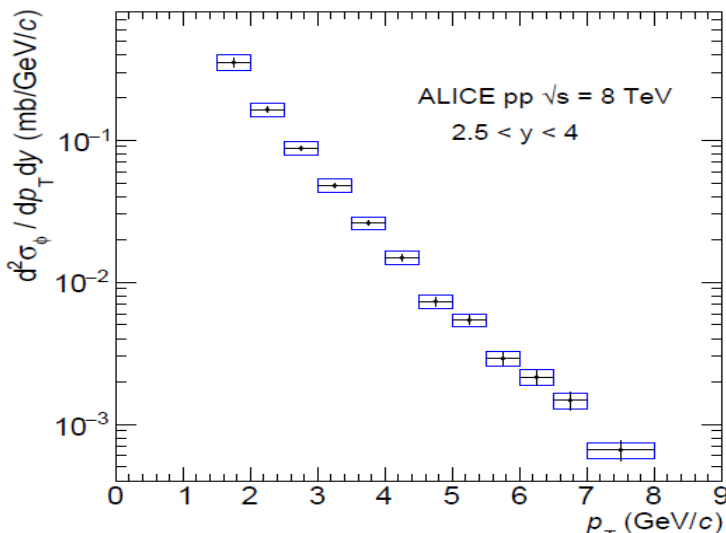
Նկարից երևում է, որ ստատիստիկական սխալների սահմաններում շիթերի էներգետիկ լուծողականությունը բոլոր երեք սեգմենտացիաների համար կարելի է համարել միևնույն:

[1] V. Khachatryan, A.M. Sirunyan, A. Tumasyan et al. (CMS Collaboration). CERN-LHCC-2015-010/LHCC-P-008, 2015.  
 [2] А.М. Сирунян, А. Р. Тумасян, В.А. Хачатрян, А.Г. Ретросян. Известия НАН Армении, Физика, **51**, 4 (2016).  
 [3] S. Chatrchyan, V. Khachatryan, A.M. Sirunyan et al. (CMS Collaboration). CMS Physics Analysis Summary, JME-13-005, (2013).  
 [4] А.М. Сирунян, А.Р. Тумасян, В.А. Хачатрян и др. ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ЗАДНЕГО АДРОННОГО КАЛОРИМЕТРА ДЕТЕКТОРА CMS (LHC) НА ИДЕНТИФИКАЦИЮ МЕЧЕНЫХ СТРУЙ В ПРОЦЕССЕ  $VBFH \rightarrow \tau^- \tau^+$ . Известия НАН Армении, Физика, т.52, №4, с.427-434 (2017)  
 [5] S. Chatrchyan, V. Khachatryan, A.M. Sirunyan et al. (CMS Collaboration). CMS Physics Analysis Summary, PFT-09-001, CERN, (2009).  
 [6] M. Cacciari, G.P. Salam, G. Soyez. J. High Energy Phys., **4**, 063 (2008).  
 [7] А.Р. Тумасян. Известия НАН Армении, Физика, **47**, 4 (2012).  
 [8] S. Chatrchyan, V. Khachatryan, A.M. Sirunyan et al. (CMS Collaboration). J. Instrumentation, **6**, P11002 (2011).

## ALICE- գիտափորձ

### 1. ALICE գիտափորձի տվյալների մշակում և մեկնաբանում (կատարողներ՝ Վ. Պապիկյան, Ե. Համբարդումյան, Ա. Գրիգորյան, Հ. Գուլբանյան)

Ավարտվել է 8 Տէվ էներգիայի  $pp$  բախումներում  $\phi(1020)$  մեզոնի ծնմանը վերաբերող տվյալների մշակումը: Հաշվարկվել է այդ մեզոնի առաջնային (րապիդիտի 2.5 <  $y$  < 4 տիրույթում) ծնման դիֆերենցիալ կտրվածքի կախումը լայնակի իմպուլսից՝ 1.5-ից մինչև 8.0 Գէվ տիրույթում: Այն պատկերված է Նկար 1 –ում:



**Նկար 1** 8 Տէվ էներգիայի  $pp$  բախումներում առաջնային տիրույթում դիտարկված վեկտորական  $\phi(1020)$  մեզոնի ծնման կտրվածքի կախումը մեզոնի լայնակի

$\varphi(1020)$  մեզոնի ծնման ինտեգրված կտրածքի չափված արժեքը հետևյալն է՝

$$\sigma_{\phi}^{pT-int}(1.5 < p_T < 8.0; 2.5 < y < 4.0) = 0.524 \pm 0.009(stat) \pm 0.052(syst)$$

Մանրամասն հետազոտվել են հնարավոր սխտեմատիկ սխալների աղբյուրները և հաշվարկվել են սխալների արժեքները: Դրանք ներկայացված են 1 և 2 աղյուսակներում:

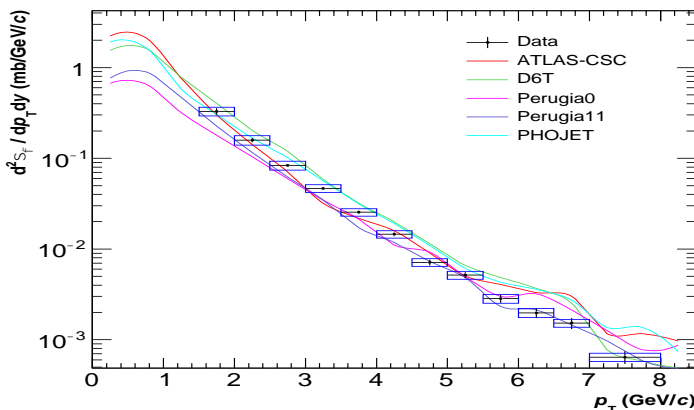
$p_T$ slices	Signal extraction	T0 efficiency	Trigger response function
[1.5; 2.0]	7.40	4.19	4.03
[2.0; 2.5]	5.13	4.76	3.10
[2.5; 3.0]	4.52	3.70	4.70
[3.0; 3.5]	5.51	2.40	3.87
[3.5; 4.0]	4.99	3.57	0.86
[4.0; 4.5]	4.85	3.73	1.16
[4.5; 5.0]	5.12	5.14	0.61
[5.0; 5.5]	3.42	4.05	1.01
[5.5; 6.0]	5.60	7.21	0.01
[6.0; 6.5]	4.42	8.46	1.02
[6.5; 7.0]	5.43	7.85	0.79
[7.0; 8.0]	5.67	7.19	1.45
[1.5; 8.0]	4.46	1.41	2.27

**Աղյուսակ 1**  $\varphi(1020)$  մեզոնի լայնակի իմպուլսից կախում ունեցող սխտեմատիկ սխալների աղբյուրները և տոկոսային արժեքները լայնակի իմպուլսի տարբեր տիրույթներում

Source	Systematics in %
MC input	3
Tracking efficiency	7
Chamber Efficiency	2
Matching efficiency	1
BR	1
$L_{INT}$	2.4

**Աղյուսակ 2**  $\varphi(1020)$  մեզոնի լայնակի իմպուլսից անկախ սխտեմատիկ սխալների աղբյուրները և տոկոսային արժեքները

Ստացած փորձարարական տվյալները համեմատվել են տարբեր տեսական գեներատորների կանխագուշակումների հետ: Այս աշխատանքը կատարել է 4-րդ տարվա բակալավր **Եղիշե Համբարդումյանը**: Հաշվարկները ընթացել են ALICE-ի ALiEn կոսմոս Grid համակարգում: Լրոտումները ներկայացված են Նկար 2-ում:



**Նկար 2** 8 Տէվ էներգիայի  $pp$  բախումներում առաջնային տիրույթում դիտարկված վեկտորական  $\varphi(1020)$  մեզոնի փորձարարական դիֆերենցիալ կտրածքի համեմատումը տեսական մոդելների

Պատրաստվել է Analysis Note կոչվող ALICE գիտափորձի ներքին օգտագործման ենթակա 29 էջանոց մի փաստաթուղթ-հոդված, որը պարունակում է տվյալների մշակման մանրամասները: Այն վերնագրված է *'Analysis of forward inclusive production of  $\phi(1020)$  meson via dimuon channel in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV'* (հեղինակներ՝ *Ս. Գրիգորյան, Հ. Գուլքանյան, Վ. Պապիկյան*): Հոդվածը ենթարկվել է ALICE համագործակցության անդամների մի քանի փուլանոց գրախոսությանը: Հարկ է նշել որ ստացված ֆիզիկական արդյունքները ցուցադրվել են SQM2017 միջազգային կոնֆերանսին՝ ALICE համագործակցության Lmumu աշխատանքային խմբի ղեկավար A. de Falco-ի ներկայացման մեջ ([https://indico.cern.ch/event/576735/contributions/2565822/attachments/1490819/2317205/adf\\_sqm17.pdf](https://indico.cern.ch/event/576735/contributions/2565822/attachments/1490819/2317205/adf_sqm17.pdf)):

## **2. ALICE-ի հաշվողական միջավայրի զարգացման աշխատանքներ (կատարողներ՝ Արմենուհի Աբրամյան, Նարինե Մանուկյան):**

Ապագա Run 3-ի (2020-2022թթ.) և Run 4-ի (2025-2027թթ.) համար ALICE գիտափորձի հաշվողական մոդելը (այսպես կոչվաց 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՝

- Ստեղծվել է CoMAPI (Computing Model API) կոչվող հատուկ գրաֆիկական ինտերֆեյս (<http://famos.cern.ch/comapi/>), որի միջոցով մուտքագրվում են DES սիմուլացմանը անհրաժեշտ պարամետրների արժեքները: Ներկայումս դիտարկվող մուտքային պարամետրները հետևյալն են՝
  - LHC-ի աշխատանքային օրացույցը,
  - Բախումների տեսակները (pp, pPb, PbPb), տվյալների հոսքի ծավալները և այլն,
  - Հաշվարկային CPU ժամանակները, որոնք ծախսվելու են տվյալների ձևափոխման վրա՝ օրինակ Raw տիպի տվյալների տրանսֆորմացիան Compressed Time Frame (CTF) տիպի տվյալների, այնուհետև Event Summary Data (ESD) տիպի տվյալների ստացումը CTF տվյալներից և, վերջապես, ESD տվյալներից Analysis Object Data (AOD) տիպի տվյալների ստեղծումը,
  - ALICE-ի Grid կայքերի բնութագրիչները՝ կայքերի տիպը (օրինակ O2 կամ T1), հաշվարկային և պահեստավորման ռեսուրսները և այլն
- Վերոհիշյալ պարամետրները պահվում են JSON (JavaScript Object Notation) ֆորմատի տվյալների տեսքով որոնք ուղարկվում են DES սիմուլացումներ

կատարող SIM.JS ծրագրային ապահովմանը (<http://simjs.com/>)

- Միմուլացման արդյունքները պատկերվում են գրաֆիկական տեսքով: Մասնավորապես, ցույց է տրվում CTF, ESD և AOD տվյալների կուտակումը տարբեր կայքերում: Գրաֆերի կառուցումը կատարվում է JavaScript ծրագրային լեզվով գրված Highcharts գրադարանի միջոցով, ինչը թույլ է տալիս հեշտությամբ նոր գրաֆեր ընդգրկել Web կայքի մեջ:
- CoMAPI-ի զարգացման աշխատանքների արդի վիճակը ներկայացվել է Ա. Աբրամյանի և Ն. Մանուկյանի կողմից ALICE Offline week-ի ընթացքում (<https://indico.cern.ch/event/649759/>):

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

ECS, *Experiment Control System` Ն. Մանուկյան*, 6 հերթափոխ, յուրաքանչյուրը 8 ժամ տևողությամբ;

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

### **4. Հավելյալ տեղեկություններ**

- Աշխատանքների արդյունքները ներկայացվել են ALICE համագործակցության 14 աշխատանքային ժողովներին
- Մինչ այսօր, տպագրվել է 23 հոդված (ցուցակը կցվում է)
- Արտասահմանյան գործուղումներ

*Ա. Աբրամյան` CERN (10 հուլիս- 10 սեպտեմբեր, 01 – 14 նոյեմբեր )*

*Ն. Մանուկյան` CERN (10 հուլիս- 15 դեկտեմբեր)*

### **5. Առաջարկ**

Մեզ (իմ և Հ. Գուլքանյանի) համար հաճելի է տեղեկացնել որ ԱԱԳԼ-ի ALICE խմբի նոր անդամներ, բակալավր ուսանողներ *Մարիամ Փիլիկյանը* և *Եղիշե Համբարդձումյանը* որոնք ընդգրկվել են խմբում երեք տարի առաջ, արդեն սկսել են իրենց սեփական ներդրումը կատարել խմբում ընթացող աշխատանքների մեջ, ինչը նկատվել է նաև մեր արտասահմանյան գործակերների կողմից: Հաշվի առնելով երիտասարդ մասնագետներին աջակցության կարևորությունը, հարկ ենք համարում դիմել Ձեզ վերոհիշյալ ուսանողներին ԱԱԳԼ-ում աշխատանքի ընդունելու խնդրանքով:

## Հրատարակումներ

### CMS-experiment

**1. Measurement of the inclusive  $t\bar{t}$  cross section in pp collisions at  $s\sqrt{s} = 5.02$  TeV using final states with at least one charged lepton** CMS Collaboration

Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*

TOP-16-023, CERN-EP-2017-258

**2. Measurement of the cross section for top quark pair production in association with a W or Z boson in proton-proton collisions at  $s\sqrt{s} = 13$  TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*).

CMS-TOP-17-005, CERN-EP-2017-286 , [arXiv:1711.02547 \[hep-ex\]](#) |

**3. Search for top squarks and dark matter particles in opposite-charge dilepton final states at  $s\sqrt{s} = 13$  TeV** . CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). CMS-SUS-17-001, CERN-EP-2017-252 [arXiv:1711.00752 \[hep-ex\]](#)

**4. Search for supersymmetry in proton-proton collisions at 13 TeV using identified top quarks** . CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*).

CMS-SUS-16-050, CERN-EP-2017-269 , [arXiv:1710.11188 \[hep-ex\]](#) |

**5. Search for standard model production of four top quarks with same-sign and multilepton final states in proton-proton collisions at  $s\sqrt{s} = 13$  TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*).

CMS-TOP-17-009, CERN-EP-2017-262 , [arXiv:1710.10614 \[hep-ex\]](#)

**6. Search for supersymmetry in events with at least three electrons or muons, jets, and missing transverse momentum in proton-proton collisions at  $s\sqrt{s} = 13$  TeV** .CMS

Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*).

CMS-SUS-16-041, CERN-EP-2017-243 , [arXiv:1710.09154 \[hep-ex\]](#)

**7. Measurement of b hadron lifetimes in pp collisions at  $s\sqrt{s} = 8$  TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*).

CMS-BPH-13-008, CERN-EP-2017-244, [arXiv:1710.08949 \[hep-ex\]](#)

**8. Search for a massive resonance decaying to a pair of Higgs bosons in the four b quark final state in proton-proton collisions at  $s\sqrt{s} = 13$  TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). CMS-B2G-16-026,

CERN-EP-2017-238, [arXiv:1710.04960 \[hep-ex\]](#)

**9. Search for low mass vector resonances decaying into quark-antiquark pairs in proton-proton collisions at  $s\sqrt{s} = 13$  TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*),

CMS-EXO-17-001, CERN-EP-2017-235 , [arXiv:1710.00159 \[hep-ex\]](#)

**10. Brightness and uniformity measurements of plastic scintillator tiles at the CERN H2 test beam** CMS HCAL Collaboration (S. Chatrchyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*).

[arXiv:1709.08672 \[physics.ins-det\]](#)

**11. Evidence for the Higgs boson decay to a bottom quark-antiquark pair**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*).

CMS-HIG-16-044, CERN-EP-2017-233, [arXiv:1709.07497 \[hep-ex\]](#) .

**12. Observation of top quark production in proton-nucleus collisions**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*).

CMS-HIN-17-002, CERN-EP-2017-239 , [arXiv:1709.07411 \[nucl-ex\]](#)

**13. Search for heavy resonances decaying to a top quark and a bottom quark in the lepton+jets final state in proton-proton collisions at 13 TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). CMS-B2G-17-010, CERN-EP-2017-

196, [arXiv:1708.08539 \[hep-ex\]](#)



**14. Measurement of normalized differential t-tbar cross sections in the dilepton channel from pp collisions at sqrt(s) = 13 TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). CMS-TOP-16-007, CERN-EP-2017-120, [arXiv:1708.07638 \[hep-ex\]](#)

**15. Search for massive resonances decaying into WW, WZ, ZZ, qW, and qZ with dijet final states at sqrt(s) = 13 TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). CMS-B2G-17-001, CERN-EP-2017-184, [arXiv:1708.05379 \[hep-ex\]](#)

**16. Observation of the Higgs boson decay to a pair of tau leptons**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). CMS-HIG-16-043, CERN-EP-2017-181, [arXiv:1708.00373 \[hep-ex\]](#)

**17. Search for Higgs boson pair production in events with two bottom quarks and two tau leptons in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). CMS-HIG-17-002, CERN-EP-2017-126, [arXiv:1707.02909 \[hep-ex\]](#)

**18. Measurements of properties of the Higgs boson decaying into the four-lepton final state in pp collisions at sqrt(s) = 13 TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). CMS-HIG-16-041, CERN-EP-2017-123, [arXiv:1706.09936 \[hep-ex\]](#)

**19. Particle-flow reconstruction and global event description with the CMS detector**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). Published in JINST 12 (2017) no.10, P10003, CMS-PRF-14-001, CERN-EP-2017-110

**20. Combination of searches for heavy resonances decaying to WW, WZ, ZZ, WH, and ZH boson pairs in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=8$  and 13 TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). Published in Phys.Lett. B774 (2017) 533-558, CMS-B2G-16-007, CERN-EP-2017-077

**21. Search for Charged Higgs Bosons Produced via Vector Boson Fusion and Decaying into a Pair of W W and Z Z Bosons Using pp Collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). Published in Phys.Rev.Lett. 119 (2017) no.14, 141802, CMS-HIG-16-027, CERN-EP-2017-068

**22. Search for  $t\bar{t}$  resonances in highly boosted lepton+jets and fully hadronic final states in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). Published in JHEP 1707 (2017) 001, CMS-B2G-16-015, CERN-EP-2017-049

**23. Search for dark matter produced with an energetic jet or a hadronically decaying W or Z boson at  $\sqrt{s}=13$  TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). Published in JHEP 1707 (2017) 014, CMS-EXO-16-037, CERN-EP-2017-031

**24. Study of Jet Quenching with Z+jet Z+jet Correlations in Pb-Pb and pp Collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  TeV**

CMS Collaboration (Albert M Sirunyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). Published in Phys.Rev.Lett. 119 (2017) no.8, 082301, CMS-HIN-15-013, CERN-EP-2017-002

**25. ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ЗАДНЕГО АДРОННОГО КАЛОРИМЕТРА ДЕТЕКТОРА CMS (ЛНС) НА ИДЕНТИФИКАЦИЮ МЕЧЕННЫХ СТРУЙ В ПРОЦЕССЕ  $VBFH \rightarrow \tau^- \tau^+$ .** А.М. Сирунян, А.Р. Тумасян, В.А. Хачатрян и др. Известия НАН Армении, Физика, т.52, №4, с.427-434 (2017)

## **ALICE – experiment**

- 1) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Charged-particle multiplicities in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  to 8 TeV**’ *Eur. Phys. J. C* 77 (2017) 33(39)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1140/epjc/s10052-016-4571-1>
- 2) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**W and Z boson production in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV**’ *JHEP02(2017)077(26)*  
DOI: [https://dx.doi.org/10.1007/JHEP02\(2017\)077](https://dx.doi.org/10.1007/JHEP02(2017)077)
- 3) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘ **$\phi$ -meson production at forward rapidity in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV and in pp collisions at  $\sqrt{s} = 2.76$  TeV**’ *Phys. Lett. B* 768 (2017) 203–217  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2017.01.074>
- 4) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Determination of the event collision time with the ALICE detector at the LHC**’ *Eur. Phys. J. Plus* 132 (2017) 99 (17)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1140/epjp/i2017-11279-1>
- 5) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**J/ $\psi$  suppression at forward rapidity in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV**’ *Phys. Lett. B* 766 (2017) 212-224  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2016.12.064>
- 6) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Measurement of azimuthal correlations of D mesons and charged particles in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV and p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV**’ *Eur. Phys. J. C* 77 (2017) 245(24)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1140/epjc/s10052-017-4779-8>
- 7) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Flow dominance and factorization of transverse momentum correlations in Pb-Pb collisions at the LHC**’ *Phys. Rev. Lett.* 118 (2017) 162302(12)  
DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.118.162302>
- 8) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Enhanced production of multi-strange hadrons in high-multiplicity proton-proton collisions**’ *Nature Physics* 13 (2017) 535-539  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1038/nphys411>
- 9) Acharya, S., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Production of  $\pi^0$  and  $\eta$  mesons up to high transverse momentum in pp collisions at 2.76 TeV**’ *Eur. Phys. J. C* 77 (2017) 339 (25)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1140/epjc/s10052-017-4890-x>
- 10) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Measurement of the production of high-pT electrons from heavy-flavour hadron decays in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *Phys. Lett. B* 771 (2017) 467-481  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2017.05.060>
- 11) Adamová, D., Aggarwal, M.M., Aglieri Rinella, G. et al. ‘**Azimuthally differential pion femtoscopy in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *Phys. Rev. Lett.* 118 (2017) 222301 (12)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.118.222301>
- 12) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘ **$K^*(892)^0$  and  $\phi(1020)$  meson production at high transverse momentum in pp and Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *Phys. Rev. C* 95 (2017) 064606 (18)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1103/PhysRevC.95.064606>

- 13) Adamová, D., Aggarwal, M.M., Aglieri Rinella, G. et al. ‘**Production of  $\Sigma(1385)_{\pm}$  and  $\Xi(1530)0$  in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  TeV**’ *Eur. Phys. J. C* 77 (2017) 389 (17)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1140/epjc/s10052-017-4943-1>
- 14) Acharya, S., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Energy dependence of forward-rapidity  $J/\psi$  and  $\psi(2S)$  production in pp collisions at the LHC**’ *Eur. Phys. J. C* 77 (2017) 392 (21)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1140/epjc/s10052-017-4940-4>
- 15) Acharya, S., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Production of muons from heavy-flavour hadron decays in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  TeV**’ *Phys. Lett. B* 770 (2017) 459-472  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2017.03.049>
- 16) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Centrality dependence of the pseudorapidity density distribution for charged particles in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  TeV**’ *Phys.Lett. B* 772 (2017) 567-577  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2017.07.017>
- 17) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Measurement of electrons from beauty-hadron decays in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  TeV and Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=2.76$  TeV**’ *JHEP* 07 (2017) 052 (40)  
DOI: [https://doi.org/10.1007/JHEP07\(2017\)052](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2017)052)
- 18) Acharya, S., Adamová, D., Adolfsson, J. et al. ‘**Linear and non-linear flow modes in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}= 2.76$  TeV**’ *Phys.Lett. B* 773 (2017) 68-80  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2017.07.060>
- 19) Acharya, S., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Measurement of D-meson production at mid-rapidity in pp collisions at  $\sqrt{s}=7$  TeV**’ *Eur.Phys.J. C* 77 (2017) 550 (21)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1140/epjc/s10052-017-4940-4>
- 20) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Insight into particle production mechanisms via angular correlations of identified particles in pp collisions at  $\sqrt{s}=7$  TeV**’ *Eur.Phys.J. C* 77 (2017) 569 (17)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1140/epjc/s10052-017-5129-6>
- 21) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Evolution of the longitudinal and azimuthal structure of the near-side jet peak in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=2.76$  TeV**’ *Phys. Rev. C* 96 (2017) 034904 (18)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1103/PhysRevC.96.034904>
- 22) Adam, J., Adamová, D., Aggarwal, M.M. et al. ‘**Anomalous broadening of the near-side jet peak in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**’ *Phys.Rev.Lett.* 119 (2017) 102301 (13)  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.102301>
- 23) Acharya, S., Adamová, D., Adolfsson, J. et al. ‘**Searches for transverse momentum dependent flow vector fluctuations in Pb-Pb and p-Pb collisions at the LHC**’ *JHEP* 09 (2017) 032 (33)  
DOI: [https://doi.org/10.1007/JHEP09\(2017\)032](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2017)032)

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

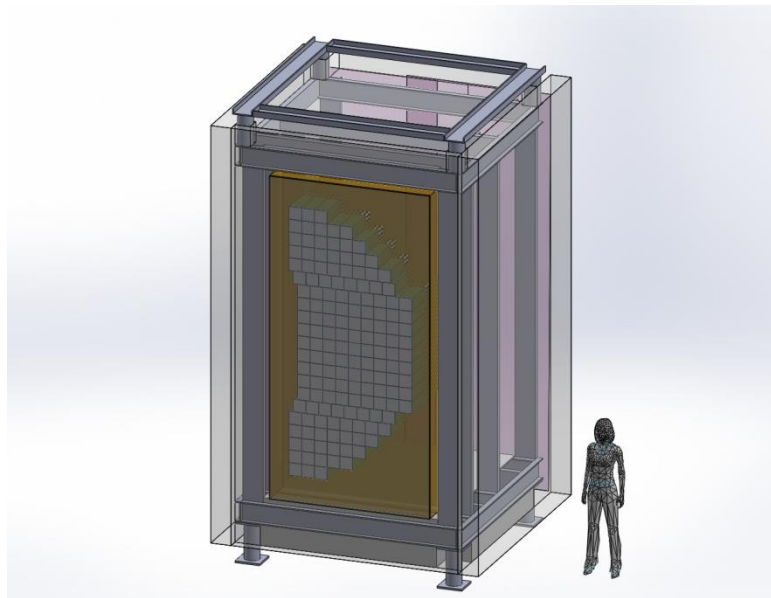
Ղեկ. ֆիզ.մաթ.գիտ.թեկնածու Ն.Դաշյան

**❖ Hall-A («Ա» փորձարարական սրահ)**

Հաշվետու ժամանակաշրջանում Ջեֆերսոն Լաբորատորիա այցելությունների անհնարիության պատճառով հիմնական աշխատանքներին մեր մասկցությունը ունեցել ենք Երևանից, որի ընթացքում կատարվել են հետևյալ աշխատանքները.

ECAL1700 բազմականալային էլեկտրամագնիսական կալորիմետրի C200 նախատիպի նախագծումը: ECAL1700-ը SBS-ի (Super BigBite-Spectrometer) հիմնական դետեկտորներից է: 200 կանալանի C200-ը նախագծվել է Երևանում, իսկ կառուցման աշխատանքները կատարվում են ԱՄՆ-ի Stone Brook համալսարանում: Այս պահին ավարտին են մոտենում կառուցման աշխատանքները: ԵրՖԻ-ի խումբը մասնակցում է կառուցման աշխատանքների ընթացիկ քննարկումներին և անհրաժեշտության դեպքում կատարում առաջարկություններ:

1700 կանալանի ECAL1700-ի նախագծման աշխատանքները կատարվում են ԵրՖԻ-ում և գտնվում են ավարտման փուլում: Նկար 1-ում պատկերվախ է ECAL1700-ի մոդելը:



Նկար 1

Մասնակցել ենք 2400 կանալանի կորդինատային դետեկտորի կոսմիկան ճառագայթներով ստացված թեսթային տվյալների մշակված արդյունքների ընթացիկ քննարկումներին: Կորդինատային դետեկտորը SBS-ի դետեկտորներից է և օգտագործվելու է GEP (պրոտոնի էլեկտրական ֆորմ-ֆակտոր) գիտափորձում:

2017 թ. Հուլիսին իմրի անդամ Ա.Շահինյանը գործուղվել է Իտալիա, INFN, որտեղ Կատանիայի բաժանմունքում մասկացել է GEM (Gas Electron Multiplier) դետեկտորի կառուցման և թեստավորման աշխատանքներին: GEM-ը նույնպես հանդիսանում է SBS-ի դետեկտորներից մեկը: Նա նույնպես մասնակցել է SBS-ի համար նախագծվող 278 կանալանի Հադրոնային կալորիմետրի (HCAL-278) էլեկտրոնիկայի (front end) նախագծման աշխատանքներին: HCAL-278-ի կառուցման հիմնական պատասխանատուն հանդիսանում է ԱՄՆ-ի Carnegie Mellon համալսարանը (CMU). HCAL-278 կալորիմետրի կառուցման աշխատանքներին մասնակցում է նաև INFN-ի Կատանիայի բաժանմունքը:

❖ **Hall- B («Բ» փորձարարական սրահ)**

**1. Հաշվետու ժամանակահատվածում շարունակվել են CLAS սարքավորման վրա ստացված տվյալների մշակման աշխատանքները.**

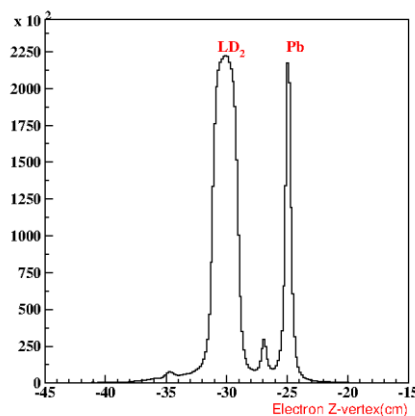
- Data Mining նախագծի շրջանակներում շարունակվել են Կարճագող Նուկլոնային Կորելացիաների (ԿՆԿ) ուսումնասիրման աշխատանքները: Ուսումնասիրվում է սկեյլինգի էֆեկտը (scaling effect)  $C^{12}$ ,  $Fe^{56}$  եւ  $Pb^{208}$  ծանր միջուկների եւ ջրածնի միջուկի ինկլյուզիվ ռեակցիայի կտրվածքների հարաբերություններում: Ուսումնասիրման նպատակները.

a) Ճշգրտել նախկինում մեր ուսումնասիրումից ստացված  $a_{2N}$  պարամետրի (երկնուկլոնային կորելացիաների բացարձակ հավանականություն) արժեքը:

b)  $Pb^{208}$  միջուկի օրինակի վրա ուսումնասիրել ծանր միջուկներին անցնելուց կարճագող կորելացիաների վարքը:

Հետազոտությունները կատարվում են CLAS սարքավորման վրա ստացված EG2 գիտափորձի տվյալների վրա: 2017 թ. ընթացքում կատարվել են հետևյալ աշխատանքները.

- a) Կիրառվել է փոխազդման գազաթի վերականգնման ավելի ճշգրիտ միջոց: Այս միջոցի կիրառումը կարևորվում է EG2 գիտափորձում միաժամանակ 2 թիրախ օգտագործելու հանգամանքով (Նկար Բ.1):

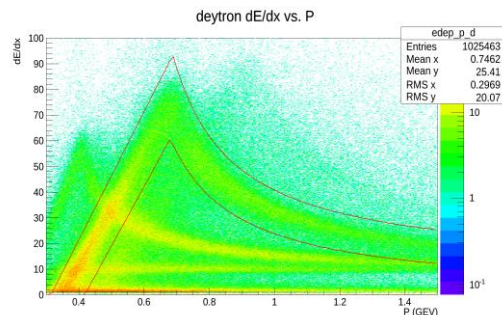
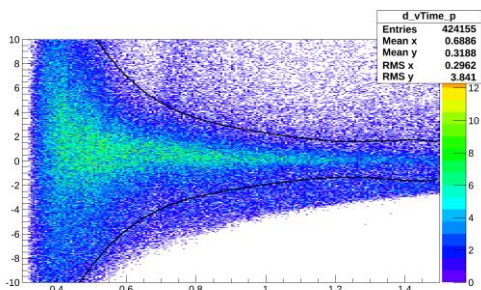


Նկար F1 Վերականգնված փոխազդման գագաթի Z կոորդինատը:

- b) Ճշգրտված տվյալների հիման վրա կատարվել է տվյալների մշակման մեջ հետազոտվող հիմնական արժեքների վերահաշվարկ:
- c) Շարունակվել է CLAS-ANALYSIS-NOTE “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” մշակումը:
- Սկսվել է դեյտրոնի էլեկտրոնային ուսումնասիրությունը eg2 գիտափորձից ստացված տվյալների հիման վրա: Անալիզի հիմնական նպատակն է ուսումնասիրել դեյտրոնի էլեկտրոնային տարբեր ծանր միջուկների վրա: Այդ նպատակով կատարվում է  $(e, e', d)$  դեպքերի ընտրությունը:

2017թ-ին կատարվել է.

- a) CLAS-ի տվյալների բանկում պահվող ինֆորմացիայի վերակառուցում, որից հետո սկսվել է բուն ուսումնասիրությունը:
- b) Թիրախի նույնականացման համար կատարվել է փոխազդման գագաթի վերականգնման ճշգրտում:
- c) Դեյտրոնի նույնականացում ըստ վերակառուցված ժամանակի եւ էլեկտրամագնիսական կալորիմետրում կորցրած էներգիայի:



Նկար F2 Դեյտրոնի ծնման գագաթի սահմանափակումները (ձախ) եվ էլեկտրամագնիսական կալորիմետրում կորցրած էներգիայի սահմանափակումները (աջ):

Ուսումնասիրությունները շարունակվում են:

## 2. Մասնակցություն 12 ԳեՎ վերազինման ծրագրում.

Անցնելով 12 ԳեՎ էներգիայի փնջի, ոչ միայն փոխվեցին սարքավորումները այլ դրանց համապատասխան ծրագրային ապահովումը նույնպես: Հետևաբար անհրաժեշտ էր սկսել յուրացնել այդ ծրագրերը: Հիմնականում դրանք Geant4-ի հիման պատրաստված GeMC կոչվող ծրագիրն է, նախատեսված ֆիզիկական փոխազդեցությունների խաղարկման համար և CoatJava ն գրանցված տվյալների վերականգնման ու վերլուծության համար: Քանի, որ առայժմ չկան փորձարարական տվյալներ, հետևաբար աշխատում ենք ՄոնտեԿարլո մեթոդով խաղարկված տվյալների հետ:



Դրանց օգնությամբ խաղարկվում են  $\gamma p \rightarrow e^+ e^- p$  փոխազդեցության երկրորդային մասնիկներ, որոնք անց են կացվում GeMC փորձասարքը նմանակող ծրագրի միջոցով և վերականգնվելով CoaJava-ով հնարավոր է դառնում տարբեր չափով պարամետրներ դիտել ու եզրակացություններ անել սպասվող գիտափորձում ակնկալվող բնութագրերի մասին:

3. 2017 թ. CLAS eg2 գիտափորձի տվյալների հիման վրա պաշտպանվել է Երևանի Պետական Համալսարանի բակալավրիատուրայի ավարտական թեզ՝ <<Հետ ցրված պրոտոնների իմպուլսային սպեկտրի ուսումնասիրությունը Էլեկտրոն-միջուկային փոխազդեցություններում>> թեմայով:

### ❖ Hall-C («Գ» փորձարարական սրահ)

#### **1. HMS եւ SHMS էլեկտրամագնիսական կալորիմետրների ստուգումները կոսմիկական ճառագայթներով և փնջի տակ**

Հաշվետու ժամանակահատվածում շարունակվեցին կալորիմետրների փորձարկումները կոսմիկական ճառագայթներով: Արդյունքում ճշգրտվեց և օպտիմալացվեց տվյալների հավաքման համակարգը:

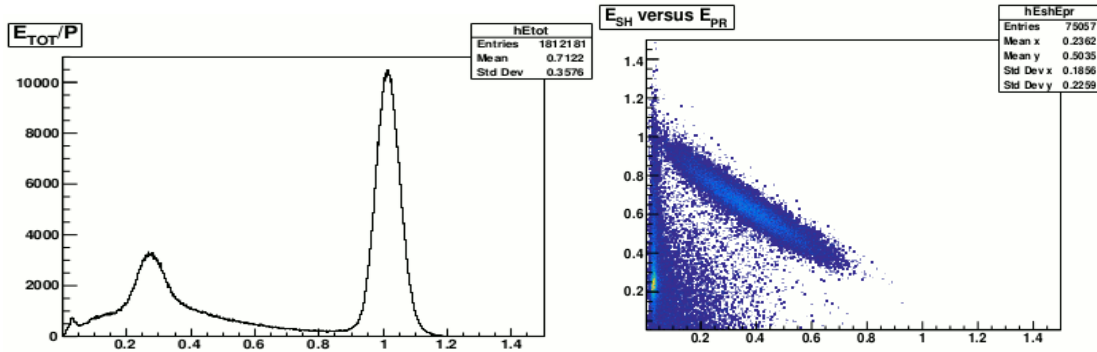
2017 թ. մարտ ամսին, C փորձարարական սրահի բազային սաքավորման հանգուցային պարամետրների որոշման ծրագրի շրջանակում փորձարկվեցին նաև

#### **2. HMS եւ SHMS էլեկտրամագնիսական կալորիմետրների ստուգումները կոսմիկական ճառագայթներով եւ փնջի տակ**

Հաշվետու ժամանակահատվածում շարունակվեցին կալորիմետրների փորձարկումները կոսմիկական ճառագայթներով: Արդյունքում ճշգրտվեց եւ օպտիմալացվեց տվյալների հավաքման համակարգը:

2017 թ. մարտ ամսին, C փորձարարական սրահի բազային սաքավորման հանգուցային պարամետրների որոշման ծրագրի շրջանակում փորձարկվեցին նաև կալորիմետրները: 12 ԳԷՎ վերազինման ծրագրի ավարտից հետո առաջին անգամն էր որ սրահը փունջ ստացավ: Էլեկտրոնային փնջի էներգիան 6 ԳԷՎ էր, HMS եւ SHMS սպեկտրոմետրները տեղակայված էին  $15^\circ$  ցրման անկյան տակ, երկուսի կենտրոնական իմպուլսն էր 3 ԳԷՎ/c: Կալորիմետրների ցուցաբերած լուծողականությունը՝ 3.6% SHMS-ինը եւ 3.2% HMS-ինը, մոտ էր սպասվածին:

Հետագայում շարունակվեց կալորիմետրների ստուգումը կոսմիկական ճառագայթներով, որով կարելի է հավասարեցնել կանալների ուժեղացման գործակիցները: Ներկայումս կալորիմետրները նախապատրաստվում են փնջով շահագործման հանձնելու աշխատանքներին, որ նախատեսված են ընթացիկ տարվա դեկտեմբեր ամսին, և մի շարք գիտափորձերի 2018 թ. առաջին կիսամյակում:



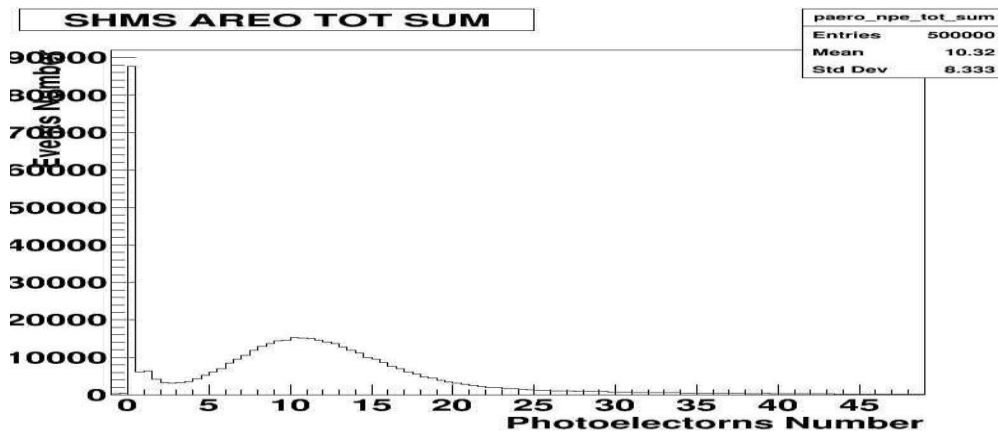
*Նկար C1.1 Բազային սարքավորման հանգուցային պարամետրների որոշման ծրագրի կատարման ընթացքում ստացված SHMS էլեկտրամագնիսական կալորիմետրին վերաբերվող արդյունքներ. 3 ՉէՎ/c իմպուլսով պիոններից եւ էլեկտրոններից նորմավորված անջատված էներգիայի բաշխումը (ձախից), եւ հեղեղային մասում անջատված էներգիայի կախումը նախահեղեղային մասում անջատվածից (աջից):*

**2 SHMS սպեկտրոմետրի աերոգելային Չերենկովյան հաշվիչի ստուգումները կոսմիկական ճառագայթներով եւ փնջի տակ**

Ինչպես նշված է նախորդ հաշվետվությունում, SHMS աերոգելային դետեկտորը տեղակայված է SHMS սպեկտրոմետրում, գազային Չերենկովյան հաշվիչի և հողոսկոպի 2-րդ հարթության միջև: Հաշվետու ժամանակահատվածի սկզբից շարունակվեց գրանցիչի ուսումնասիրումը կոսմիկական ճառագայթներով: 2017 թ. մարտին այն, բեռնավորված  $n = 1.03$  բեկման ցուցիչ ունեցող աերոգելով փորձարկվեց C սրահի սարքավորման հանգուցային պարամետրների որոշման ծրագրի շրջանակում: Ստացված ազդանշանը կազմեց միջինում  $\sim 11$  ֆոտոէլեկտրոն, որը մոտ էր սպասվածին:

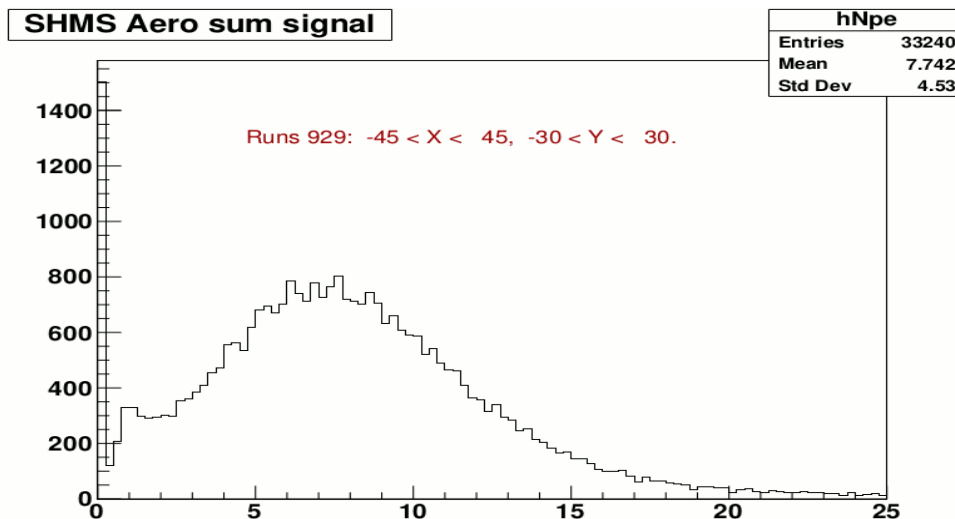
Հանգուցային պարամետրների որոշման ծրագրի ավարտից հետո դետեկտորի աերոգելային խուցը փոխարինվեց SP11 աերոգել պարունակող խցով: SP11-ը մեր մոտ առկա աերոգելներից ամենացածր՝  $n = 1.011$  բեկման ցուցիչովն է: Կոսմիկական ճառագայթներով առաջին փորձարկումներից ստացված հաշվիչի գումարային ազդանշանը կազմեց միջինում 7 ֆոտոէլեկտրոն:

Ներկայումս հաշվիչը նախապատրաստվում է փնջի տակ շահագործման հանձնման չափումներին, որ նախատեսված են 2017 թ. դեկտեմբերին, եւ 2018 թ. առազին եռամսյակին կայանալիք գիտափորձերին: Դրա համար տեղակայվել է SP30 աերոգելային խցիկը: Նաեւ կփոխարինվի ՖԷԲ-ներից մեկը որ աղմկոտ է:



Նկար 2.1

Հանգուցային պարամետրների որոշման ծրագրի ընթացքում SHMS ատրոմետրից ստացված ազդանշանը  $10 \mu s$  հաստությամբ  $n = 1.03$  բեկման ցուցիչով ատրոմետրից: SHMS սպեկտրոմետրի կենտրոնական իմպուլսը եղել է  $3 \text{ ԳէՎ/Ց}$ , բեռնայնությունը բացասական:



Նկար C2.2 SHMS ատրոմետրից ստացված ազդանշանի ակտիվ մակերեսով անցնող կոամիկական ճառագայթներից ստացված ազդանշանը: Գրանցիչը բեռնված է եղել  $10 \mu s$  հաստությամբ  $n = 1.011$  բեկման ցուցիչով ատրոմետրով:

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

Շարունակվել են չեզոք մասնիկների սպեկտրոմետրի (NPS) կալորիմետրի կառուցման հետ կապված ուսումնասիրությունները: Չափվել է ցրված մագնիսական դաշտի ազդեցությունը ՖԷԲ-ների ազդանշանի վրա, գնահատվել է մագնիսական էկրանավորման էֆեկտիվությունը: Վերստուգվել է ՖԷԲ-ների ապահով աշխատանքի ֆոնային պայմանների տիրույթը, հաստատվել է նախկինում արված այն եզրակացությունը որ ՖԷԲ-ների ազդանշանը մնում է զծային 2%-ի սահմաններում մինչև ֆոնային աղմուկի 2 ՄՀց հաճախականությունը:

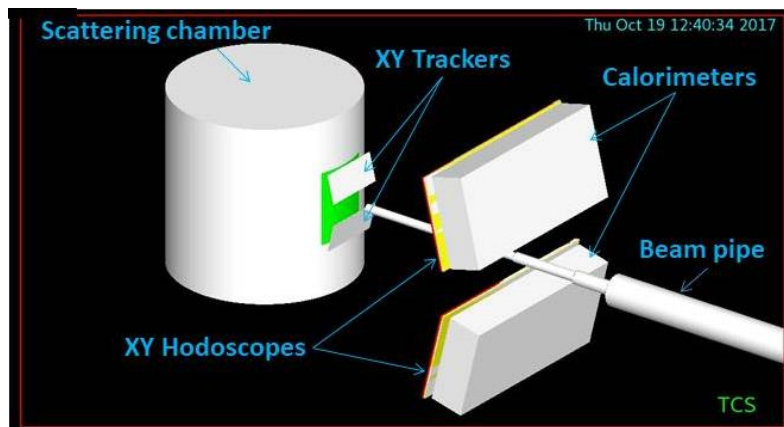
Մատակարարից (SCCAS) ստացվել է  $PbWO_4$  բյուրեղների առային խմբաքանակը, թվով 320 հատ: Որակական հատկանիշները գնահատելու համար կատարվել է դրանց նախնական զննումը եւ չափագրումը:

NPS մոդուլի կառուցվածքը օպտիմալացնելու համար Geant4 փաթեթի հիման վրա ծրագիր է ստեղծվել: Մոնտե Կառլո հաշվարկներով գնահատվել է բյուրեղների օպտիկական մեկուսացման տարբեր եղանակների ազդեցությունը մոդուլից ստացող ազդանշանի մեծության վրա:

#### 4. TCS գիտափորձի առաջարկյին վերաբերվող աշխատանքներ

Շարունակվել է աշխատանքը C փորձարարական սրահում ժամանականման Կոմպտոնյան ցրման (TCS) նախագծի վրա: Geant4 փաթեթի հիման վրա ստեղծվել է TCS սարքավորման մոդելավորման ծրագիր, որը թույլ է տալիս հաշվի առնել մասնիկների փոխազդեցությունը սարքավորման նյութի հետ, նաև գնահատել դետեկտորներում անջատված էներգիան: Ծրագիրը թույլ կտա ճշգրտել նախկինում կատարված ակսեպտանսի հաշվարկները, գնահատել սարքավորման էֆեկտիվությունը, ֆոնային պայմանները, նախապես մշակել տվյալների հավաքման եվ մշակման եղանակներ:

TCS-ի նախագիծը ներկայացվել է HIPS աշխատանքային գիտաժողովում [1].



*Նկար C4.1. TCS գիտափորձի համար առաջարկված սարքավորման դասավորումը, կողմնորված GDML լեզվով:*

## ❖ Hall-D («Դ» փորձարարական սրահ)

Դ փորձարահի դանդաղ կառավարման համակարգի սպասարկում

Չնայած հիմնականում Դ սրահի դանդաղ կառավարման համակարգը գտնվում է աշխատող վիճակում, բայց հազվադեպ կարիք է լինում հայտնաբերված թերությունների շտկել կամ նոր հնարավորություններ ավելացնել: Հիմնականում, կարիք է եղել օգտագործողների համար նախատեսված պատուհաններում ձևափոխություններ կատարել, ավելացնելով նոր հնարավորություններ:

Դ փորձարահի տվյալների վերլուծություն

CEBAF-ում Jefferson Labի GlueX գիտափորձի շրջանակներում ծանոթացել ենք 2016 և 2017 թթ հավաքված տվյալների մշակման սխեմաներին: Տարվել են համապատասխան նախապատրաստություններ մի շարք ֆիզիկական խնդիրների ուսումնասիրությունները սկսելու համար, ինչպես օրինակ երկլեպտոն կանալում  $J/\psi$ -մեզոնների շեմային ֆոտոծնման կտրվածքների չափումն է: Մեր հետազոտությունների շրջանակներում են եղել նաև ֆոտոծնման ռեակցիաներում վեկտոր մեզոնների Սպինային Խտության Մատրիցային Էլեմենտների (SDMEs) չափումը և GlueX-ում հնարավոր երկրորդական փնջերով հաղորդների սպեկտրոսկոպիային վերաբերող ֆիզիկական խնդիրների ուսումնասիրությունները: Պարբերաբար մասնակցել ենք GlueX-ում «Offline», «GlueX Bi-Weekly», «Production and Analysis» և «Physics working group» ժողովներին, ինչպես նաև 2017թ. Jefferson Lab-ում կազմակերպված GlueX-ի բոլոր երեք կոլաբորացիոն ժողովներին:

### Հրատարակումներ

#### **Hall-A**

1. Polarization Transfer Observables in Elastic Electron Proton Scattering at  $Q^2=2.5, 5.2, 6.8, \text{ and } 8.5 \text{ GeV}^2$ , A.J.R. Puckett (UConn, Storrs) *et al.*. Jul 26, 2017. 43 pp. JLAB-PHY-17-2533 . e-Print: arXiv:1707.08587
2. Technical Supplement to "Polarization Transfer Observables in Elastic Electron-Proton Scattering at  $Q^2=2.5, 5.2, 6.8 \text{ and } 8.5, \text{ GeV}^2$ " GEp-III and GEp-2Gamma Collaborations (A.J.R. Puckett (Connecticut U.) *et al.*).Jul24, 2017.32 pp. e-Print: **arXiv:1707.07750 [nucl-ex]**

3. Extraction of the Neutron Electric Form Factor from Measurements of Inclusive Double Spin Asymmetries V.Sulkosky(MIT&VirginiaU.)*etal.*.Apr202017.JLAB-PHY-17-2480  
e-Print: **arXiv:1704.06253**
4. Rosenbluth separation of the  $\pi^0$  Electroproduction Cross Section off the Neutron Jefferson Lab Hall A Collaboration (M. Mazouz (Monastir U.) *et al.*).  
Published in **Phys.Rev.Lett. 118 (2017) no.22, 222002**
5. JLab Measurements of the  $^3\text{He}$  Form Factors at Large Momentum Transfers A. Camsonne (Jefferson Lab) *et al.*. Oct 24, 2016. JLAB-PHY-16-2370  
e-Print: **arXiv:1610.07456**
6. First measurement of unpolarized semi-inclusive deep-inelastic scattering cross sections from a  $^3\text{He}$  target Jefferson Lab Hall A Collaboration (X. Yan (Duke U.) *et al.*).  
Published in **Phys.Rev. C95 (2017) no.3, 035209**

### Hall- B

1. "Semi-Inclusive  $\pi^0$  target and beam-target asymmetries from 6 GeV electron scattering with CLAS." CLAS Collaboration (S. Jawalkar *et al.*. Sep 21, 2017.  
e-Print: arXiv:1709.10054 [nucl-ex]
2. "Measurement of the helicity asymmetry E in  $\omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$  photoproduction." CLAS Collaboration (Z. Akbar *et al.*). Aug 8, 2017.  
e-Print: arXiv:1708.02608 [nucl-ex]
3. "First Exclusive Measurement of Deeply Virtual Compton Scattering off  $^4\text{He}$ : Toward the 3D Tomography of Nuclei." CLAS Collaboration (M. Hattawy *et al.*). Jul 11, 2017.  
e-Print: arXiv:1707.03361 [nucl-ex]
4. "Determination of the Proton Spin Structure Functions for  $0.05 < Q^2 < 5 \text{ GeV}^2$  using CLAS." CLAS Collaboration (Robert Fersch (Coll. William *et al.*). Jun 30, 2017.  
e-Print: arXiv:1706.10289 [nucl-ex]
5. "Photon beam asymmetry  $\Sigma$  in the reaction  $\gamma^* p \rightarrow p \omega$  for  $E_\gamma = 1.152$  to  $1.876 \text{ GeV}$ ." CLAS Collaboration (P. Collins *et al.*). Jun 13, 2017.  
Published in Phys.Lett. B773 (2017) 112-120
6. "Differential cross section measurements for  $\gamma n \rightarrow \pi^- p$  above the first nucleon resonance region." CLAS Collaboration (P.T. Mattione *et al.*). Jun 6, 2017.  
Published in Phys.Rev. C96 (2017) no.3, 035204
7. "Differential cross sections and polarization observables from CLAS  $K^*$  photoproduction and the search for new  $N^*$  states." CLAS Collaboration (A.V. Anisovich *et al.*). 2017.  
Published in Phys.Lett. B771 (2017) 142-150
8. "Beam-Target Helicity Asymmetry for  $\gamma^* n^* \rightarrow \pi^- p$  in the  $N^*$  Resonance Region." CLAS Collaboration (D. Ho *et al.*). May 12, 2017.  
Published in Phys.Rev.Lett. 118 (2017) no.24, 242002
9. "Measurements of  $ep \rightarrow e' \pi^+ \pi^- p'$  cross sections with CLAS at  $1.40 \text{ GeV}$ ." CLAS Collaboration (E.L. Isupov *et al.*). May 4, 2017.  
Published in Phys.Rev. C96 (2017) no.2, 025209
10. "Exclusive  $\eta$  electroproduction at  $W > 2 \text{ GeV}$  with CLAS and transversity generalized parton distributions." CLAS Collaboration (I. Bedlinskiy *et al.*). Mar 20, 2017.  
Published in Phys.Rev. C95 (2017) no.3, 035202
11. "Photon beam asymmetry  $\Sigma$  for  $\eta$  and  $\eta'$  photoproduction from the proton." CLAS Collaboration (P. Collins *et al.*). Phys.Lett. B771 (2017) 213-221



### Hall- C

1. S. Ali et al., Workshop on High-Intensity Photon Sources (HIPS2017) Mini-Proceedings, arXiv:1704.00816.
2. D. Androic et al., *Qweak*: First Direct Measurement of the Proton's Weak Charge, EPJ Web Conf. 137 (2017) 08005.
3. J.A. Magee et al., A novel comparison of Møller and Compton electron-beam polarimeters, Phys.Lett. B766 (2017) 339-344.
4. T. Horn et al., The Aerogel Čerenkov detector for the SHMS magnetic spectrometer in Hall C at Jefferson Lab, Nucl.Instrum.Meth. A842 (2017) 28-47.
5. J. Pan et al., The tracking analysis in the Q-weak experiment, Hyperfine Interact. 237 (2016) no.1, 161.
6. Z.E. Meiziani et al., A Search for the LHCb Charmed 'Pentaquark' using Photo-Production of  $J/\psi$  at Threshold in Hall C at Jefferson Lab, arXiv:1609.00676.
7. V. Tvaskis et al., Measurements of the Separated Longitudinal Structure Function  $F_L$  from Hydrogen and Deuterium Targets at Low  $Q^2$ , arXiv:1606.02614.
8. A. JR. Puckett et al., Polarization Transfer Observables in Elastic Electron Proton Scattering at  $Q^2=2,5, 5.2, 6.8$  and  $8.5 \text{ GeV}^2$ , arXiv:1707.08587, (accepted for publication in Phys. Rev. C)
9. A. JR. Puckett et al, Technical Supplement to "Polarization Transfer Observables in Elastic Electron Proton Scattering at  $Q^2=2,5, 5.2, 6.8$  and  $8.5 \text{ GeV}^2$ ", arXiv:1707.07750

### Hall- D

1. IS. Adhikari, H. Al Ghoul, et al., (GlueX Collaboration), "Strange Hadron Spectroscopy with a Secondary  $K_L$  Beam at GlueX", e-Print:arXiv:1707.05284 [hep-ex]
2. H. Al Ghoul et al., (GlueX Collaboration), "Measurement of the beam asymmetry  $\Sigma$  for  $\pi^0$  and  $\eta$  photoproduction on the proton at  $E_\gamma=9 \text{ GeV}$ ", Phys.Rev. C95 (2017) no.4, 042201, DOI: 10.1103/PhysRevC.95.042201, e-Print: arXiv:1701.08123

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

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

Տարվա ընթացքում շարունակվել են հետազոտությունները ՏՀց ժամանակային պրոցեսոր ընդլայնված դինամիկ տիրույթով՝ 15T-2B206 և "Տրոհված մասնիկների սպեկտրումներ" 14CYC-1c11 թեմաների սահմաններում:

Ստացված արդյունքների մի մասը հրատարակվել է և ներկայացվել է 5 տարբեր միջազգային գիտաժողովներում:

Հայկ Էլբակյանը պաշտպանել է թեկնածուական թեզ:

#### **Հրատարակումներ**

1. A Margaryan, JRM Annand, P Achenbach, R Ajvazyan, H Elbakyan, R Montgomery, SN Nakamura, J Pochodzalla, F Schulz, Y Toyama, S Zhamkochyan, "High precision momentum calibration of the magnetic spectrometers at MAMI for hypernuclear

binding energy determination”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A846, pp 98-105, 2017.

2. P Achenbach, F Schulz, S Nagao, et al., “High-Resolution Decay-Pion Spectroscopy of Hypernuclei”, Proceedings of the 12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (HYP2015), p. 011001, 2017.
3. A Margaryan, J Annand, R Ajvazyan, H Elbakyan, L Gevorgian, R Montgomery, S Zhamkochyan, “Single Photon THz Timer”, Armenian Journal of Physics, V. 10, Issue 1, p.p. 23-29, 2017.
4. Vahe Gurzadyan, David Gaskell, Vanik Kakoyan, Cynthia Keppel, Amur Margaryan, Harutyun Khachatryan, Sergey Mirzoyan, Dipangkar Dutta, Branislav Vlahovic, Steve Wood, “Compton Edge probing basic physics at Jefferson Laboratory: light speed isotropy and Lorentz invariance”, arXiv preprint arXiv:1706.08907.
5. P Achenbach, C Ayerbe Gayoso, et al., “Beam helicity asymmetries in  $K^+\Lambda$  electroproduction off the proton at low  $Q^2$ , The European Physical Journal A53, Issue 10, p. 198, 2017.

#### **100/4 խմբի 2016 թ. բազային թեմայի շրջանակներում կատարված աշխատանքների հաշվետվություն**

##### **Ղեկ. ֆիզ.մաթ.գիտ.թեկնածու Հ.Գուլբանյան**

1. ՓՏԲ-ի այլ խմբերի հետ համատեղ շարունակվել են ԵրՏԻ-ի գծային արագացուցչի և C-18 ցիկլոտրոնի վրա իրականացվելիք գիտափորձերի առաջարկների նախապատրաստման աշխատանքները: Սկսվել են գծային արագացուցչի վրա ճառագայթված բիսմուտ պարունակող թիրախի  $\gamma$ -սպեկտրոսկոպիկ հետազոտությունները: Շարունակվել են Ավանի աղի հանքի ցածրֆոնային լաբորատորիայում իրականացվող  $\gamma$ -սպեկտրոսկոպիկ գիտափորձի հիման վրա  $^{252}\text{Cf}$  միջուկի ճեղքման մի շարք չուսումնասիրված կանալների որոնման և դրանց ելքերի չափման աշխատանքները:
2. Միջուկային հետազոտությունների միացյալ ինստիտուտի (Դուբնա) հետ համատեղ ԲԵՔԵԲԵԼ համագործակցության շրջանակներում ուսումնասիրվել են Դուբնայի Նուկլոտրոնում արագացված 1 ԳԷՎ-նուկլոն էներգիայով  $^{10}\text{B}$ ,  $^{10}\text{C}$  and  $^{12}\text{C}$  միջուկների կոհերենտ դիսցիպլանային պրոցեսները, որոնցում՝ գնահատվել են անկայուն  $^8\text{Be}$  and  $^9\text{B}$  միջուկների առաջացման հավանականությունները. դիտարկվել են  $^{12}\text{C} \rightarrow 3\alpha$  կոհերենտ դիսցիպլանային դեպքեր, որոնք համապատասխանում են Հոյլի վիճակին: Արդյունքները հրատարակվել են [1]: Շարունակվել են աշխատանքները ֆոտոէմուլսիաներում 4.5 ԳԷՎ 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 կներկայացվի Արա Գրիգորյանի կողմից:

### Հրատարակումներ

1. Д. А. Артеменков, ..., В. Р. Саркисян и др., *ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА, 2017, том 80, №6 (в печати)*

“Исследование диссоциации релятивистских ядер  $^{10}\text{C}$ ,  $^{10}\text{B}$  и  $^{12}\text{C}$ , сопровождаемой ядрами  $^8\text{Be}$   $^9\text{B}$ ”

### **Էքսկլյուզիվ պրոցեսների ուսումնասիրությունները HERMES գիտափորձում. Ուսումնասիրությունները OLYMPUS , GlueX գիտափորձերում:**

#### **Հրայա Սարոյքյան, ֆիզ.մաթ.գիտ. դոկտոր**

Թեմատիկ ֆինանսավորման շրջանակներում (2017 թ. ընթացքում) շարունակել ենք իրականացնել HERMES գիտափորձում հավաքված տվյալների մշակումը՝ ստանալու համար Խորը Վիրտուալ Կոմպտոնյան Ցրման (ԽՎԿՑ) պրոցեսի չբևեռացված (հելիսիթից անկախ) և հելիսիթից կախված կտրվածքների ազիմուտալ բաշխվածությունները ջրածնային թիրախի վրա, օգտագործելով փնջի առանձին՝ դրական ու բացասական հելիսիթիների համար չափված կտրվածքները: Սույն մշակման համար առանձնացված տվյալները կուտակվել էին HERMES-ում 2006-2007 թթ.՝ օգտագործելով լայնական բևեռացված պոլիտրոնների փունջը: Նախնական արդյունքները (նորմավորված ըստ խորը ոչ առաձգական ցրված պոլիտրոնների քանակի) զեկուցվել են 2017 թ. Մարտ և Հունիս ամիսներին տեղի ունեցած HERMES կոլաբորացիայի ժողովներին: Քննարկվել են նաև սարքավորման անկյունային ընդունմամբ (acceptance) պայմանավորված ուղղումների հաշվարկման հնարավորությունները երկու տարբեր Մոնտե Կառլո տվյալների հիման վրա, որը թույլ կտա ստանալ վերոնշյալ կտրվածքների բացարձակ արժեքները:

Զբաղվել ենք նաև երկայնական բևեռացված պրոտոնների վրա էքսկլյուզիվ  $\rho^0$ -մեզոնների էլեկտրոնման պրոցեսում հելիսիթի-ամպլիտուդաների հարաբերության արդյունքներն ամփոփող HERMES-ի հոդվածի նախապատրաստման և մշակման աշխատանքներով՝ որպես D98 խմբագրական խորհրդի անդամ: Այն տպագրվել է EPJC ամսագրում:

Սեպտեմբերի 11-ից 15-ը մասնակցել եմ Ռուսաստանի Դուբնա գիտական կենտրոնում կազմակերպված XVII Workshop on High Energy Spin Physics (DSPIN-17) կոնֆերանսին, որտեղ որպես հրավիրյալ զեկուցել եմ HERMES գիտափորձում ստացված արդյունքները՝ «Overview of HERMES results»: Կոնֆերանսի նյութերը կտպագրվեն Journal of Physics: Conference Series (JPCS)-ում:

OLYMPUS-գիտափորձի շրջանակներում չափվել են լեպտոն-պրոտոն առաձգական ցրման դեպքում երկֆոտոնային պրոցեսի ներդրման մեծությունը փոխանցված իմպուլսի մինչև  $2.5 \text{ (GeV/c)}^2$  տիրույթի համար: Այդ նպատակով օգտագործվել են DESY-ում DORIS կուտակիչի 2 ԳԷՎ էներգիայով էլեկտրոնների և պոզիտրոնների փունջը: Պոզիտրոն-պրոտոն և էլեկտրոն-պրոտոն կտրվածքների հարաբերությունը լավ նկարագրվում է սովորական մեկ ֆոտոնային փոխանակման մոտավորությամբ, որից հետևում է, որ երկֆոտոնային ներդրումն առհամարելի փոքր է: Առդյունքները տպագրվել են PRL ամսագրում իմ համահեղինակությամբ:

CEBAF-ում Jefferson Lab-ի GlueX գիտափորձի շրջանակներում ծանոթացել ենք 2016 և 2017 թթ-ին հավաքված տվյալների մշակման սխեմաներին: Տարվել են համապատասխան նախապատրաստություններ մի շարք ֆիզիկական խնդիրների ուսումնասիրությունները սկսելու համար, ինչպես օրինակ երկլեպտոն կանալում  $J/\psi$ -մեզոնների շեմային ֆոտոծնման կտրվածքների չափումն է: Մեր հետաքրքրության շրջանակներում են եղել նաև ֆոտոծնման ռեակցիաներում վեկտոր մեզոնների Սպինային Խտության Մատրիցային Էլեմենտների (SDMEs) չափումը և GlueX-ում հնարավոր երկրորդական  $K_L$  փնջերով հաղորդների սպեկտրոսկոպիային վերաբերող ֆիզիկական խնդիրների ուսումնասիրությունները:

Պարբերաբար մասնակցել ենք GlueX-ում «Offline», «GlueX Bi-Weekly», «Production and Analysis» և «Physics working group» ժողովներին, ինչպես նաև 2017 թ. Jefferson Lab-ում կազմակերպված GlueX-ի բոլոր երեք կոլաբորացիոն ժողովներին:

Հրատարակումներ՝

1. A. Airapetian, N. Akopov, ..., H. Marukyan et al., (HERMES Collaboration), "Ratios of Helicity Amplitudes for Exclusive Electroproduction on Transversely Polarized Protons", Eur. Phys. J. C. 77 (2017) no.6, 378.
2. B. S. Henderson, L. D. Ice, ..., H. Marukyan et al., (OLYMPUS Collaboration), "Hard Two-Photon Contribution to Elastic Lepton-Proton Scattering Determined by the OLYMPUS Experiment", Phys. Rev. Lett. 118 (2017) no. 9, 092501.
3. Hrachya Marukyan, "Overview of HERMES results», to be published in J. Phys. Conf Series.
4. S. Adhikari, H. Al Ghoul, ..., H. Marukyan et al., (GlueX Collaboration), " Strange Hadron Spectroscopy with a Secondary  $K_L$  Beam at GlueX", e-Print: arXiv:1707.05284 [hep-ex].

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

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

Ցիկլոտրոն C18/18-ի գործարկման հետաձգման պատճառով շարունակվել են տեսական հաշվարկները TALYS 1.8, EMPIRE 3.2 միջուկային կոդերով, ինչպես նաև ACSELAM գրադարանով: Ստացված արդյունքները համեմատվել են գոյություն ունեցող տարբեր հեղինակների փորձարարական տվյալների հետ:

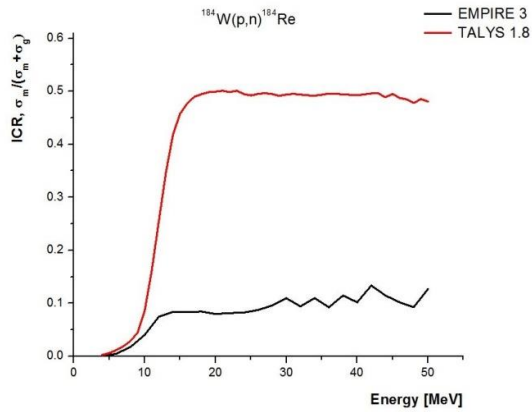
Նշենք նաև, որ համեմատության համար օգտգործվել են ոչ միայն EXFOR փորձարարական տվյալների բազան, այլև ընդգրկել ենք այլ հրատարակված աշխատանքների տվյալները:

Հետազոտվել է իզոտեր հարաբերության (ICR) կախումը ռեակցիայի կանալից  $^{184m.g}\text{Re}$  առաջացման համար պրոտոններով  $^{184}\text{W}(p,n)$  և  $^{186}\text{W}(p,3n)$ , դեյտրոններով  $^{184}\text{W}(d,2n)$  և  $^{186}\text{W}(d,4n)$  ինչպես նաև ալֆա մասնիկներով հարուցված  $^{181}\text{Ta}(\alpha,n)$  ռեակցիաներում: Ուսումնասիրվող ռեակցիաների արդյունքում ստացված միջուկների սպինները, կյանքի տևողությունները, ռեակցիաների շեմերը, արձակվող գամմա-քվանտների էներգիաները և նրանց ինտենսիվությունները բերված են Աղյուսակ 1-ում:

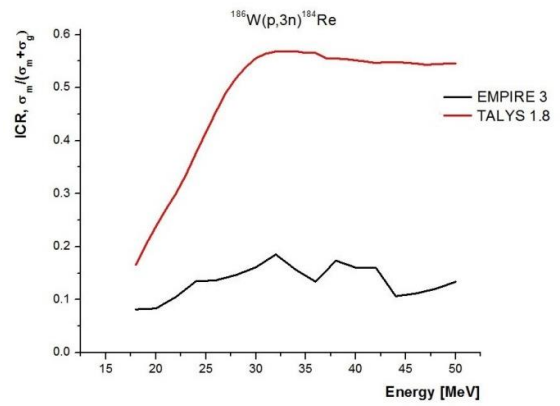
Միջուկ	Սպին	Կյանքի տևողություն	Ռեակցիաներ	Ռեակցիայի շեմերը, ՄԷՎ	$E_\gamma$ , կԷՎ	Ինտենսիվություն, (%)
$^{184g}\text{Re}$	3-	38 d	$^{184}\text{W}(p,n)$	2.27	792.07	37.5
			$^{186}\text{W}(p,3n)$	15.29		
			$^{186}\text{W}(d,4n)$	17.6		
			$^{184}\text{W}(d, 2n)$	4.54	903.282	
			$^{181}\text{Ta}(\alpha,n)$	10.8		
$^{184m}\text{Re}$	8+	169 d	$^{184}\text{W}(p,n)$	2.27	104.73	13.6
			$^{186}\text{W}(p,3n)$	15.29		
			$^{186}\text{W}(d,4n)$	17.6		
			$^{184}\text{W}(d, 2n)$	4.54		
			$^{181}\text{Ta}(\alpha,n)$	10.8		

Աղյուսակ 1. Հետազոտվող ռեակցիաների տվյալները

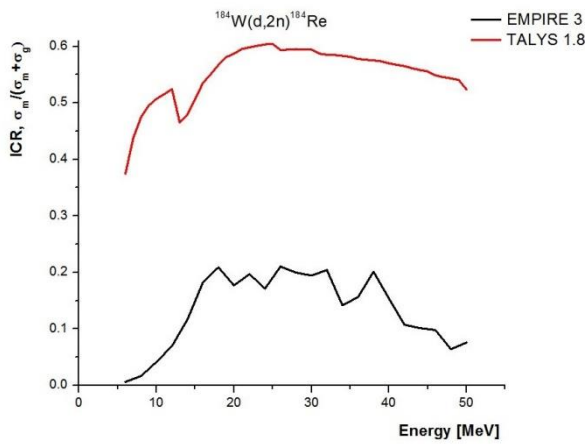
Նկար 1-5 բերված են ICR-ի կախումները էներգիայից  $^{184}\text{W}(p,n)^{184m.g}\text{Re}$ ,  $^{186}\text{W}(p,3n)^{184m.g}\text{Re}$ ,  $^{184}\text{W}(d,2n)^{184m.g}\text{Re}$ ,  $^{186}\text{W}(d,4n)^{184m.g}\text{Re}$  և  $^{181}\text{Ta}(\alpha,n)^{184m.g}\text{Re}$  ռեակցիաների համար: Ինչպես երևում է, բոլոր ռեակցիաների համար EMPIRE 3.2 կոդը TALYS 1.8 կոդի համեմատ տալիս է զգալի ավելի բարձր առժեք: Քանի որ  $^{184}\text{W}(p,n)^{184m.g}\text{Re}$ ,  $^{186}\text{W}(p,3n)^{184m.g}\text{Re}$ ,  $^{184}\text{W}(d,2n)^{184m.g}\text{Re}$ ,  $^{186}\text{W}(d,4n)^{184m.g}\text{Re}$  ռեակցիաների համար EXFOR-ում փորձարարական տվյալները ICR-ի վերաբերյալ բացակայում են, համեմատությունը արված է միայն  $^{181}\text{Ta}(\alpha,n)^{184m.g}\text{Re}$  ռեակցիայի համար: Նկար 5-ից երևում է, որ TALYS 1.8 կոդը չի նկարագրում փորձարարական տվյալները, EMPIRE 3.2 կոդը բավարար կերպով նկարագրում է միայն (Ismail, 1998) արդյունքները:



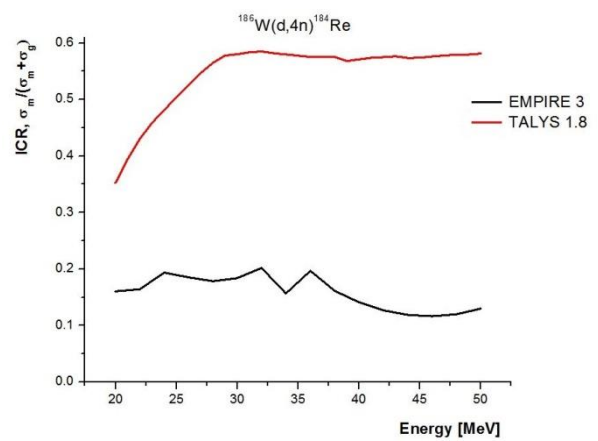
Նկար 1. ICR-ի տեսական հաշվարկները  $^{184m,g}\text{Re}$  զույգի համար



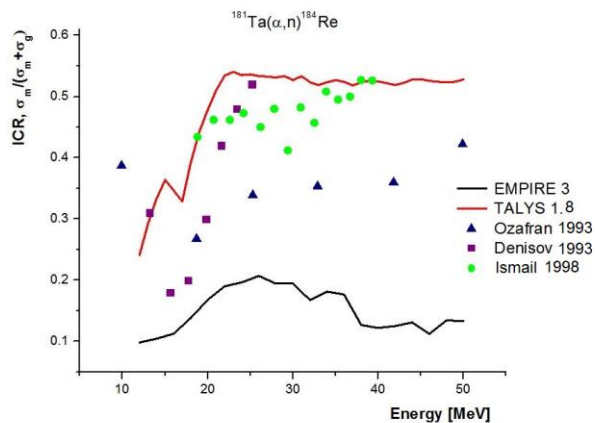
Նկար 2. ICR-ի տեսական հաշվարկները  $^{184m,g}\text{Re}$  զույգի համար



Նկար 3. ICR-ի տեսական հաշվարկները  $^{184m,g}\text{Re}$  զույգի համար



Նկար 4. ICR-ի տեսական հաշվարկները  $^{184m,g}\text{Re}$  զույգի համար



Նկար 5.  $^{184m,g}\text{Re}$  զույգի համար ICR-ի տեսական հաշվարկների համեմատումը փորձարարական տվյալների հետ

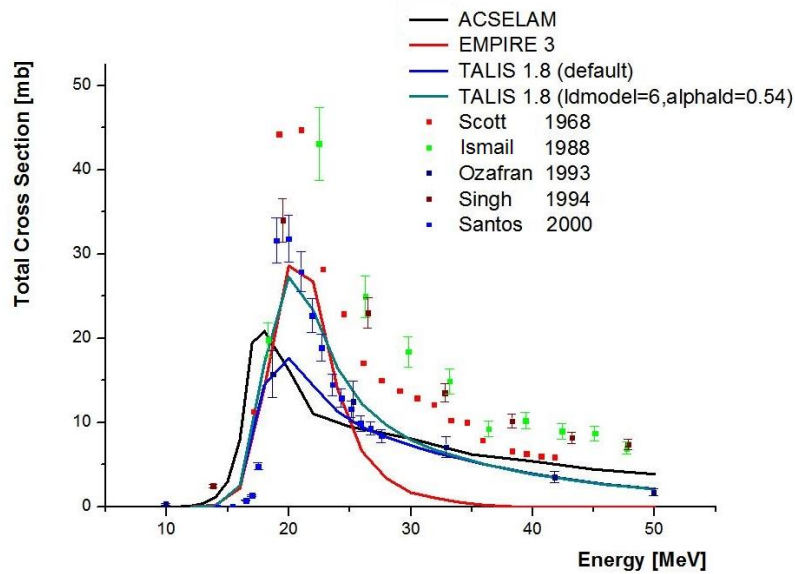
Չնայած կողերի մեջ եղած քանակական մեծ տարբերության, որակական տեսակետից նրանք նման են միմյանց: Էներգիայի աճի հետ միասին աճում է և ICR-ը և 30 ՄէՎ-ից սկսած հասնում է հազեցման: Այդ բացատրվում է այն հանգամանքով, որ

Էներգիայի աճին զուգնթաձ աձում է նաև բարձր սպինային մակարդակների բնակվեցվաձությունը:

TALYS 1.8 տարբեր տեսական մոդելների կիրառմամբ (MLD - Microscopic Level Density և Default) և EMPIRE 3.2 կոդերի համեմատման մեջ որաշակիյություն մտցնելու նպատակով այդ կոդերի միջոցով հաշվել ենք ընդլայնական կտրվաձքները  $^{181}\text{Ta}(\alpha,n)^{184m,g}\text{Re}$  ռեակցիայի համար և համեմատել առկա փորձարարական տվյալների հետ: Արդյունքները բերվաձ են Նկար 6-ում:

Նկարից երևում է, որ EMPIRE 3.2 կոդը ալելի լավ է նկարագրում փորձարարական տվյալները ցաձր էներգիաների տիրույթում, բայց 25 ՄեՎ-ից բարձր տիրույթում զգալիորեն ցաձր է փորձարարական տվյալներից: TALYS 1.8 կոդը MLD մոդելի կիրառմամբ տալիս է փորձարարական տվյալների լավագույն նկարագրումը քննարկվող ամբողջ տիրույթում:

(Ismail,1998) տվյալները, որոնք մոտ են EMPIRE 3.2 կոդի միջոցով կատարաձ ICR հաշվարկներին (Նկար 5), չեն համապատասխանում այլ հեղինակների ընդլայնական կտրվաձքների տվյալներին (Նկար 6): Նկար 6-ից հետևում է, որ (Santos, 2000) տվյալները ունեն լավագույն համապատասխանությունը TALYS 1.8 կոդի MLD մոդելի միջոցով կատարաձ հաշվարկներին:



Նկար 6.  $^{181}\text{Ta}(\alpha,n)^{184}\text{Re}$  ռեակցիայի համար TALYS 1.8, EMPIRE 3.2 կոդերով և ACSELM գրադարանի միջոցով հաշվաձ գրգուման ֆունկցիաների համեմատումը փորձարարական տվյալների հետ

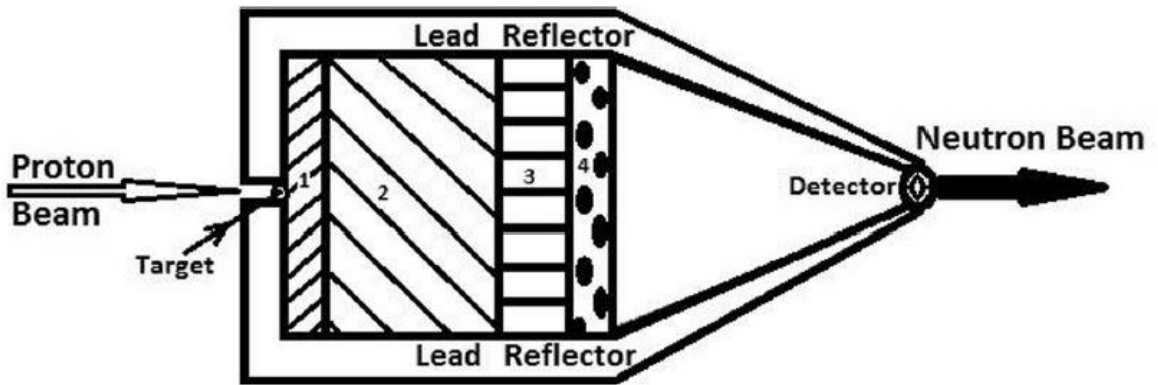
ICR-ի և գրգուման ֆունկցիաների փորձարարական տվյալների և TALYS 1.8 և EMPIRE 3.2 կոդերով հաշվարկների համեմատումը ցույց տվեց, որ լավագույն տեսական նկարագրումը կատարվում է TALYS 1.8-ի MLD մոդելով:

Նախատեսվում է ցիկլոտրոն C18/18-ի պրոտոնային փնջի միջոցով կատարել  $^{184}\text{W}(p,n)^{184m,g}\text{Re}$  ռեակցիայի ուսումնասիրությունը և չափել իզոմեր հարաբերությունը, համեմատել ստացվաձ արդյունքները տեսական հաշվարկների հետ:



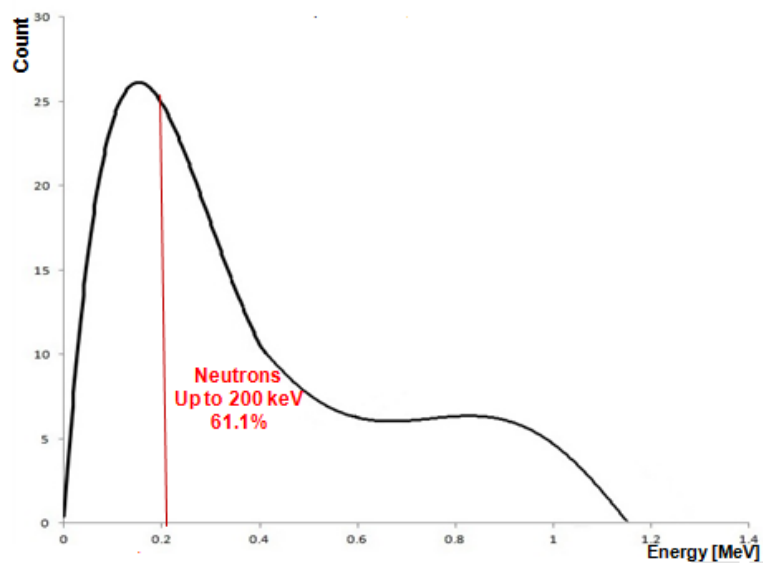
**Նեյտրոնային հոսքերի ստացումը C18-ի պրոտոնային փնջի վրա և դրա օգտագործումը միջուկային ռեակցիաների ուսումնասիրման համար (10-27/14CYC)**  
**Թեմայի ղեկավար՝ պրոֆ. Ռ. Ավագյան**

GEANT4 ծրագրով կատարվել են հաշվարկներ ցիկլոտրոն C18/18-ի պրոտոնային փնջի միջոցով նեյտրոնային փնջեր ստանալու օպտիմալ պարամետրերը ստանալու նպատակով: Մշակվել է BSA-ի (Beam Shaping Assembly) կառուցվածքը, բախկացած դանդաղեցուցիչի և ռեֆլեկտորի նյութերից, նրանց հաստությունից: Հաշիվները ցույց են տվել, որ 2.5 mm  ${}^9\text{Be}$  թիրախից հետո տեղադրելով BSA (Նկար 7), կազմված 5 cm բիսմութից, 55 cm երկաթից, 10 cm ալյումինից, 5 cm գրաֆիտից, 10 cm  ${}^7\text{LiF}$ , կապարից որպես ռեֆլեկտոր 2 m հեռավորության վրա ստացվում է  $0.96 \cdot 10^6 \text{ n/s}\cdot\text{cm}^2$  ինտենսիվությամբ նեյտրոնային փունջ 0-1.2 ՄէՎ էներգիայի տիրույթում:



Նկար 7. BSA համակարգը

Նկար 8-ում բերված է այդ նեյտրոնների էներգետիկ բաշխվածությունը:



Նկար 8. BSA-ից հետո ստացված նեյտրոնների էներգետիկ բաշխվածությունը

Հետազայուն նախատեսվում է GEANT4 ծրագրային փաթեթի միջոցով մշակել օպտիմալ պայմաններ թերմալ և էպիթերմալ նեյտրոններ ստանալու համար, որոնք կկիրառվեն BNCT-ին զարգացնելու նպատակով:

C18/18 ցիկլոտրոնից ստացված նեյտրոնային փնջերը ուղեկցվում են գամմաներով:

Պլուտոնիում-բերիլիում նեյտրոնային աղբյուրի օգտագործմամբ կատարվել է նեյտրոն-գամմա տարանջատման փորձ: Պատրաստել է ROOT ծրագրային փաթեթ, որի օգնությամբ մշակվում են փորձի տվյալները: Այժմ պատրաստվում է GEANT4-ով ծրագիր, որով հնարավոր կլինի կատարել փորձի սիմուլյացիա և կգնտնվի ամենահարմար դիրքը ռադիոակտիվ աղբյուրի, կապարի աղյուսի օպտիմալ հաստությունը գամմաների քանակը նվազեցնելու համար:

Շարունակվում է համագործակցությունը Նոտր Դամի (ԱՄՆ) համալսարանի հետ: Նոտր Դամի համալսարանում կատարված  $^{195,196}\text{Pt}(p,xn)$  գիտափորձերի տվյալների մշակումը ավարտվել է: Այս փորձի արդյունքում չափվել են նոր էներգետիկ մակարդակներ և անցումներ  $^{195}\text{Au}$ -ի համար: Տեսական մոդելի օգնությամբ կանխատեսվել է  $^{196}\text{Au}$ -ի էներգետիկ մակարդակները և համեմատվել է նախկինում կատարած աշխատանքների հետ:

Ավարտվել են մյուս գիտափորձի  $^{13}\text{C}(\alpha,n)$  բոլոր հնարավոր տրոհումների անկյունային բաշխածությունների սիմուլյացիաները GEANT4 ծրագրային փաթեթով: Այժմ կատարվում է GEANT4-ի սիմուլյացիայի և գիտափորձի արդյունքների համեմատում: Օգագործելով սիմուլյացիայի արդյունքները գտնվում են չափված էներգետիկ մակարդակների սպինը և զույգությունը: Չափված էներգետիկ մակարդակներից որոշը առաջին անգամ են չափվում, բայց նրանց գոյությունը կանխատեսվ էր տեսականորեն: Ստացված մակարդակները մեծ դեր ունեն ասդաֆիզիկայի համար: - Գյուրջինյան Արմեն

2017 թվականի Օգոստոսի 10-ից Հոկտեմբերի 10-ն ժամանակահատվածում կատարվել են աշխատքներ Լեհաստանի Կրակով քաղաքում գտնվող Յագիելլոնյան համալսարանի ֆիզիկայի ինստիտուտում: GEANT4 ծրագրի միջոցով կատարվել են Մոնտե Կարլո հաշվարկներ SABAT պրոյեկտի համար, որի նպատակն է նախագծել համապատասխան սարքավորում հայտնաբերելու համար այն վտանգավոր նյութերն ու թունավոր գազերը, որոնք առաջին համաշխարհային պատերազմից մինչև հիմա գտնվում են Բալթիկ ծովի հատակին: - Իվանյան Վահագն

Խմբի աշխատանքների արդյունքները զեկուցվել են 2<sup>nd</sup> Jagiellonian Symposium on Fundamental and Applied Subatomic Physics, Հունիս 4 – 9, 2017, Կրակով, Լեհաստան (Իվանյան Վահագն) և International Conference on Electron, Positron, Neutron and X – Ray Scattering under External Influences, Հոկտեմբեր 16-22, 2017, Մեդրի, Հայաստան (Ավետիսյան Ռոզա):

#### Օգտագործված գրականություն

1. M.J.Ozafran, H.O.Mosca, M.E.Vazquez, W.R.Froch and S.J.Nassiff “ $^{184m,g}\text{Re}$  Cross Section and Isomeric Ratios in  $^{181}\text{Ta}(\alpha,n)$  and  $\text{W}(\alpha,pxn)$  Reactions” Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 172, No. 1 (1993) 155-165.
2. V.Yu.Denisov, V.A.Zheltonozhskii, S.V.Reshit'ko “Isomeric ratio in the near-threshold

region in reactions with light charged particles” Yadernaya Fizika, Vol.56, Issue.1, p.99 (1993), Russia

3. M.Ismail, “Measurements and analysis of the excitation function and isomeric cross section ratios for alpha-induced reaction on Ir-, Au-, Re- and Ta-nuclei” Journ. Pramana, Vol. 50, p. 173, 1998.
4. W M S Santos, S de Barros and J C Suita ”Cross sections and thermonuclear reaction rates for  $^{181}\text{Ta}(\alpha,n)^{184}\text{Re}$ ,  $^{169}\text{Tm}(\alpha,n)^{172}\text{Lu}$ ,  $^{191}\text{Ir}(\alpha,n)^{194}\text{Au}$  and  $^{197}\text{Au}(\alpha,n)^{200}\text{Tl}$ ” J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. **26** (2000) 301–308.
5. N.L.Singh, S.Mukherjee, D.R.S.Somayajulu “Non-equilibrium analysis of (a,xn) reactions on heavy nuclei”, Nuovo Cimento A Vol.107, p.1635 (1994).
6. N.E.Scott, J.W.Cobble, P.J.Daly “A comparison of reactions induced by medium-energy  $^3\text{He}$  and  $^4\text{He}$  ions in heavy target nuclei”, Nuclear Physics, Section A Vol.119, Issue.1, p.131 (1968).

### Հրատարակումներ

1. R. Avagyan, R. Avetisyan, V. Ivanyan, I. Kerobyan ” Study of low energy neutron beam formation based on GEANT4 simulations” Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B 402 (2017) 247–250; DOI: 10.1016/j.nimb.2017.03.091
2. A.Avetisyan, R.Avagyan, R. Dallakyan, G.Avdalyan, N.Dobrovolsky, I. Kerobyan, G.Harutyunyan “Investigation of  $^{123}\text{I}$  production using electron accelerator” Nuclear Medicine and Biology April 2017 Volume 47, Pages 44–47.
3. R. Avagyan, R. Avetisyan, V. Ivanyan, I. Kerobyan, “GEANT4 simulations of a beam shaping assembly design and optimization for thermal/epithermal neutrons”, Acta Physica Polonica B, Vol. 48 (2017) pp. 1693-1699.

## **100/7 Ցածր ֆոնային լաբորատորիայում 2017 թ. կատարված աշխատանքների հաշվետվություն**

**Ղեկ. Լ.Պողոսյան**

Հաշվետու ժամանակահատվածում կատարվել են հետևյալ աշխատանքները՝

1. Շարունակվել է ծանր միջուկների տրոհման հազվադեպ կանալների, այդ թվում՝ միջուկների խիստ ասիմետրիկ ճեղքման, ինչպես նաև երկու և ավելի նեյտրոններից բաղկացած նեյտրոնային միջուկների առաքման կանալների որոնումը:

1.1 Շարունակվել է Ավանի աղի հանքի ստորգետնյա լաբորատորիայում ցածրֆոնային գամմա-սպեկտրաչափի միջոցով ստացված (օգտագործելով

Իզոտոպների արտադրության բաժնի կողմից ժամանակավորապես տրամադրված HPGe - դետեկտորը) տվյալների մշակումը: Ուսումնասիրությունների համար օգտագործվել են  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{249}\text{Cf}$ ,  $^{250}\text{Cf}$ ,  $^{252}\text{Cf}$  միջուկները: Ենթադրվում է մոտակա ամիսներին ավարտել տվյալների մշակումը: Զուգհեռաբար կատարվել են նոր HPGe – դետեկտորի հիման վրա ցածրֆոնային գիտասարքի ստեղծման աշխատանքներ, ինչը թույլ է տալիս կատարելու երկարատև շարունակական չափումներ: Մեր կողմից ընտրված գիտասարքի կառուցվածքն ապահովում է ավելի լավ պաշտպանվածություն ֆոնից և, հետևաբար, գիտասարքի բարելավված զգայնություն: Կատարվել են դետեկտորի էֆեկտիվության չափումներ 186 կէվ – 2615 կէվ էներգիաների տիրույթում, որոնք համեմատվել են GEANT- 4 –ի միջոցով կատարված հաշվարկների հետ: Վերջիններիս հիման վրա ներկայումս ճշգրտվում են դետեկտորի որոշ անձնագրային երկրաչափական պարամետրեր:

1.2 Մեր ապագա ծրագրերում նախատեսված է բազմանեյտրոնային համակարգերի որոնում պրոտոններով և գամմա-քվանտներով հարուցված ճեղքման պրոցեսներում, մասնավորապես՝  $^{209}\text{Bi}(\gamma, \text{xn})^{209-\text{x}}\text{Bi}$  ռեակցիաներում: Այդ նպատակով կատարվել են նախնական չափումներ, օգտագործելով բիսմութ պարունակող թիրախ, որը ճառագայթվել է էլեկտրոնների գծային արագացուցչի ֆոտոնային փնջով 40 Մէվ առավելագույն էներգիայի դեպքում: Ցույց է տրվել, որ սպեկտրաչափական վերլուծության միջոցով վստահորեն կարելի է գրանցել  $^{207}\text{Bi}$ ,  $^{206}\text{Bi}$  և  $^{205}\text{Bi}$  ռադիոակտիվ միջուկների առկայությունը ճառագայթված թիրախում: Ավելի ցածր, ենթաշեմային էներգիաներով (<30 Մէվ) ճառագայթման դեպքում հնարավոր կլինի իրականացնել երկու, երեք և չորս նեյտրոնների կապված համակարգերի որոնում:

1.3 Կատարվել են նաև վերոնշյալ միջուկների ալֆա-սպեկտրաչափական հետազոտություններ սիլիցիումի կիսահաղորդչային դետեկտորների օգնությամբ: Տրոհման կանալների նույնականացումը կատարվել է բնորոշ ալֆա-գծերի միջոցով: Հիշեցնենք, որ տվյալ մեթոդիկան մեզ թույլ տվեց հերքելու Տոմսկի իմբի արդյունքները, որոնք մեկնաբանվում էին որպես ութ նեյտրոնների կապված վիճակի դիտարկում [1]: Ըստ մեր արդյունքների, եթե նույնիսկ նման վիճակ գոյություն ունի, ապա նրա առաքման հավանականությունն ավելի քան երեք անգամով զիջում է [1]-ում բերված արժեքին: Դրանից բացի, մենք ստացել ենք այլ հետաքրքիր արդյունքներ ևս, որոնք հրատարակվել են [2]: Հաշվետու ժամանակահատվածում մենք էապես կատարելագործել ենք ալֆա-սպեկտրաչափը և շարունակել չափումները նոր սպեկտրաչափով, ինչի շնորհիվ ութ նեյտրոնների համակարգի առաքման հավանականության վերին սահմանը ստացվել է մեկ կարգով ավելի ցածր, քան բերված է [1]-ում : Համապատասխան հոդվածը մեր կողմից մոտ ժամանակներս կուղարկվի հրատարակման:

2. Նախապատրաստվել է ծանր միջուկների ճեղքման հազվադեպ կանալների որոնման աշխատանքների ծրագիր՝ էլեկտրոնների գծային արագացուցչի և C-18 ցիկլոտրոնի փնջերի օգտագործմամբ:
3. *Մյուտոնների հոսքի մշտադիտարկում*  
Իրականացվել է տիեզերական ճառագայթների կողմից գեներացվող 150 ԳԷՎ-ից բարձր էներգիաներով մյուտոնների հոսքի մշտադիտարկում: Կատարվել են գործող գիտասարքի ընդլայնման աշխատանքներ:
4. Շարունակվել է բիսմութի միջուկի՝ երեք գրեթե հավասար զանգվածներով ֆրագմենտների ճեղքման վերաբերյալ տվյալների մշակումը: Թեպետ այդ տվյալները մեր կողմից ստացվել են դեռևս անցյալ դարի 90-ական թվականներին, այդ խնդիրը մինչ այժմ մնում է արդիական:
5. Շարունակվել են հնէաբանական նմուշների ռադիոածխածնային վերլուծության համար ստեղծված գիտասարքի կատարելագործման աշխատանքները:

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.

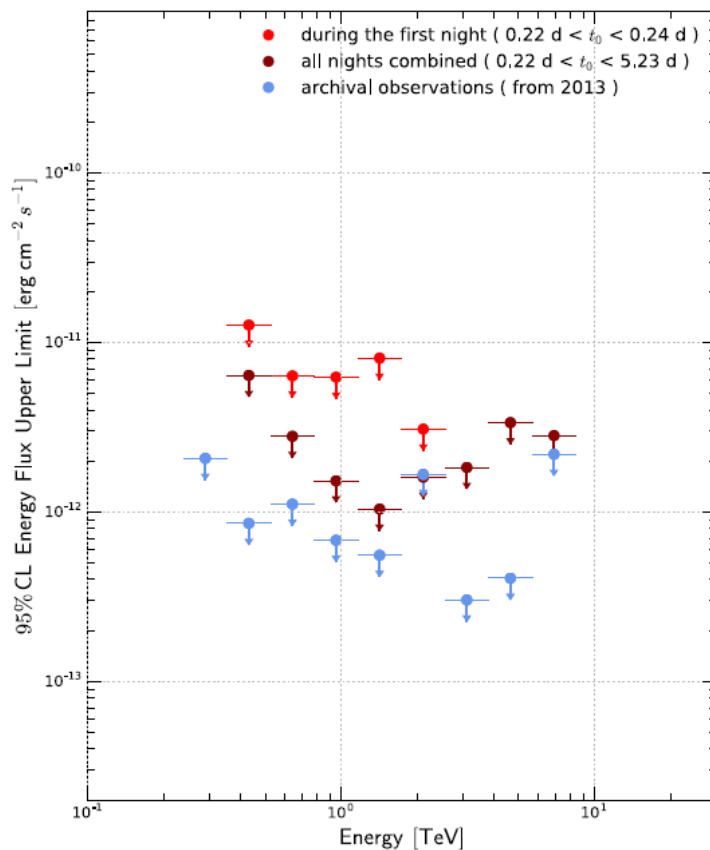
**100/8 Աստղաֆիզիկական աղբյուրների հետազոտությունը պատկերային մթնոլորտային ջերենկոլյան դիտակների HESS և CTA համակարգերի օգնությամբ Ղեկ. ֆիզ.մաթ.գիտ.թեկնածու Սահակյան Վարդան**

2017 թվականի ընթացքում Ա.Ի.Ալիխանյանի անվան ազգային գիտական լաբորատորիայի (Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ) Փորձարարական ֆիզիկայի բաժանմունքի Չերենկոլյան դիտակների օգնությամբ աստղաֆիզիկական աղբյուրների ուսումնասիրման (HESS և CTA) խմբի կողմից շարունակվել են աշխատանքներ իրականացվել H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System) համագործակցության շրջանակներում, ինչպես նաև H.E.S.S. II mono դիտակով գրանցվող և CTA (Cherenkov Telescope Array) համագործակցության LST (Large-Size Telescope) դիտակներով գրանցվելիք ցածր էներգիաների ( $E \leq 50$  GeV) փորձարարական տվյալների վերլուծության առանձնահատկությունների ուսումնասիրության ուղղությամբ:

H.E.S.S. համագործակցության շրջանակներում խումբը մասնակցել է գրանցված բարձր էներգիաների գամմա քվանտների հոսքերի փորձարարական տվյալների վերլուծությանը և տեսական մեկնաբանմանը: Մասնավորապես իրականացվել են հետևյալ աշխատանքները՝

- հետազոտվել է NGC4993 գալակտիկայում կրկնակի նեյտրոնային աստղերի միաձուլումից առաջացած GW170817 գրավիտացիոն ազդանշանին ուղեկցող բարձր էներգիաների գամմա ճառագայթումը (B.P. Abbott et al. (LIGO

Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) Phys. Rev. Lett. 119, 161101, Published 16 October 2017): Գրավիտացիոն ալիքը գրանցվել է LIGO և Virgo համագործակցությունների կողմից 2017 թվականի օգոստոսի 17-ին, և միաժամանակ իրականացվել է նաև այդ աղբյուրի ուսումնասիրությունն էլեկտրամագնիսական սպեկտրի այլ տիրույթներում [1]: Մասնավորապես, գրավիտացիոն ալիքի ազդանշանի գրանցումից 1.7 վրկ. հետո Fermi և INTEGRAL գամմա դիտակներով գրանցվել է գամմա ճառագայթների բռնկում՝ GRBs (Gamma-Ray Bursts, GRBs): Գրանցված գրավիտացիոն ալիքի առաջին էլեկտրամագնիսական կրկնորդը (counterpart) SSS17a-ն է, որն առաջինը գրացվել է օպտիկական տիրույթում, և որի բարձր էներգիաների գամմա ճառագայթումն էլ հետազոտվել է H.E.S.S.-ի կողմից [2]: Ընդ որում, դա կրկնակի նեյտրոնային աստղերի միաձուլումից հետո առաջացած բարձր էներգիաների գամմա ճառագայթների առաջին դիտումն է: Տվյալ տիրույթի դիտումներն իրականացվել են գրավիտացիոն ալիքի գրանցումից հետո 0.22-5.2 օրերի ընթացքում՝ 270 ԳէՎ-ից մինչև 8.55 ՏէՎ էներգետիկ տիրույթի համար: Զգալի հոսք չի գրանցվել և միայն հաստատվել է գամմա ճառագայթների հոսքի վերնի սահմանները: Գամմա-ճառագայթների դիֆերենցիալ հոսքի վերնի սահմանը՝  $0.27 < E [\text{ՏէՎ}] < 8.55$  տիրույթի համար կազմել է  $\Phi_{\gamma} < 1.5 \times 10^{-12}$  էրգ սմ<sup>-2</sup> վրկ<sup>-1</sup>: Դիֆերենցիալ վերնի սահմանների կախվածությունն էներգիայից բերված է Նկար 1-ում:



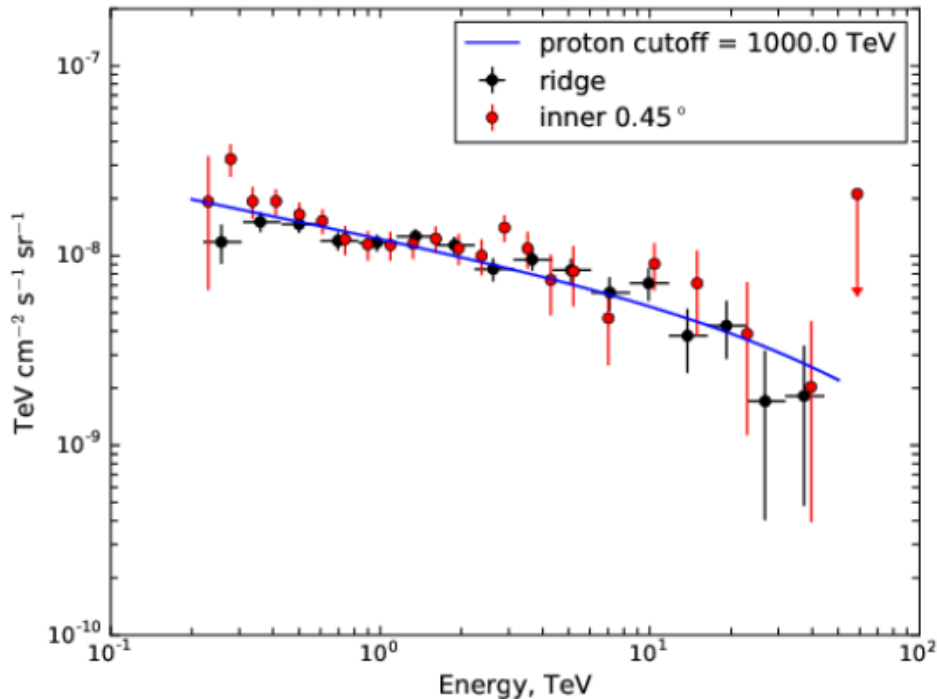
Նկար 1. SSS17a-ի գամմա-ճառագայթների դիֆերենցիալ հոսքի վերին սահմաններն ըստ H.E.S.S-ի տվյալների:

- ուսումնասիրվել են BL Lac դասի PKS 2155-304 և PG 1553+113 բլազարների սպեկտրները՝ օգտագործելով միայն 28 մ տրամագծով H.E.S.S. II դիտակով գրանցված տվյալները (H.E.S.S. II mono analysis), որի արդյունքում գրանցման էներգետիկ շեմի արժեքը փոքրացվել է մինչև 80 ԳէՎ՝ PKS 2155-304-ի դեպքում և 110 ԳէՎ՝ PG 1553+113-ի դեպքում [3]: Երկու դեպքում էլ սպեկտրները համադրելի են Fermi-LAT տվյալների հետ, որոնք ցույց են տալիս սպեկտրների կտրուկ խզում 100 ԳէՎ-ի մոտ: PKS 2155-304-ի դիտումներն իրականացվել են 2013-2014 թվականների ընթացքում և դիտման ընդհանուր ժամանակը եղել է 56.0 ժամ: Դիֆերենցիալ սպեկտրը նկարագրվում է  $dN/dE = \Phi_0 (E/E_0)^{-\Gamma - \beta \cdot \log(E/E_0)}$  ֆունկցիայով, որտեղ հոսքի նորմավորման գործակիցը կազմում է՝  $\Phi_0 = (5.11 \pm 0.15_{\text{stat}}) \times 10^{-10} \text{ սմ}^{-2} \text{ վրկ}^{-1} \text{ ՏէՎ}^{-1}$ ,  $E_0 = 156$  ԳէՎ, դեկորելյացիոն էներգիայի դեպքում (երբ հոսքի սխալը նվազագույնն է),  $\Gamma = 2.63 \pm 0.07_{\text{stat}}$ ,  $\beta = 0.24 \pm 0.06_{\text{stat}}$ : Էներգետիկ տիրույթն ընդգրկում է 80 ԳէՎ-ից մինչև 1.2 ՏէՎ միջակայքը: PG 1553+113-ի դիտումներն իրականացվել են 2013 թվականին և դիտման ժամանակը կազմում է 16.8 ժամ: Այս դեպքում նույնպես դիֆերենցիալ սպեկտրը նկարագրվում է  $dN/dE = \Phi_0 (E/E_0)^{-\Gamma - \beta \cdot \log(E/E_0)}$  ֆունկցիայով, որտեղ  $\Phi_0 = (1.48 \pm 0.07_{\text{stat}}) \times 10^{-10} \text{ սմ}^{-2} \text{ վրկ}^{-1} \text{ ՏէՎ}^{-1}$ ,  $E_0 = 141$  ԳէՎ,  $\Gamma = 2.95 \pm 0.31_{\text{stat}}$ ,  $\beta = 1.04 \pm 0.31_{\text{stat}}$ , իսկ էներգետիկ տիրույթն ընդգրկում է 110 ԳէՎ-ից մինչև 550 ԳէՎ միջակայքը: Պետք է նշել, որ այդ աղբյուրների նախորդ տարիների H.E.S.S. չորս դիտակների դիտումների արդյունքում վերականգնվել էր սպեկտրները համապատասխանաբար 200 և 225 ԳէՎ էներգետիկ շեմերի դեպքում:

- հետազոտվել է մեր Գալակտիկայի կենտրոնական մասի 200 պսկ տիրույթի դիֆուզ ճառագայթումը: Դիտումների ժամկետն ընդգրկում է 2004-2012 թվականները և դիտման ընդհանուր ժամկետը կազմում է 259 ժամ: Սպեկտրը վերականգնվել է 350 ԳէՎ միջին էներգետիկ շեմից մինչև 45 ՏէՎ, և նկարագրվում է աստիճանային ֆունկցիայով, որն ունի  $2.28 \pm 0.03_{\text{stat}} \pm 0.2_{\text{syst}}$  ֆոտոնային ինդեքս և 1 ՏէՎ էներգիայի դեպքում  $1.2 \pm 0.04_{\text{stat}} \pm 0.2_{\text{syst}} \times 10^{-8} \text{ ՏէՎ}^{-1} \text{ սմ}^{-2} \text{ վրկ}^{-1} \text{ ստոդ}^{-1}$  դիֆերենցիալ հոսք (տես Նկար 2):

- CTA LST դիտակներով գրանցվելիք ցածր էներգիաների ( $E \leq 50 \text{ GeV}$ ) փորձարարական տվյալների վերլուծության առանձնահատկությունների ուսումնասիրության ուղղությամբ կատարվել են տեսական հետազոտություններ՝





Նկար 2. Գալակտիկական կենտրոնից գրանցված բարձր էներգիաների գամմա ճառագայթների դիֆուզ հոսքը միավոր մարմնային անկյան մեջ:

չերենկոյան պատկերների մաթեմատիկական վերլուծության նոր մեթոդների ներմուծման և կիրառության նպատակով, ինչպես նաև իրականացվել են թվային մոդելավորման աշխատանքներ ծովի մակարդակից 2200 մ բարձրության վրա տեղակայված դիտակի համար: Դիտակի տեղեկայման այդպիսի բարձրության ընտրությունը պայմանավորված է նրանով, որ ներկայումս կառուցվում է 23 մ տրամագիծ ունեցող դիտակ, որը տեղակայվելու է Լա-Պալմա կղզում՝ MAGIC դիտակների մոտ (բարձրությունը կազմում է 2200 մ): Նախատեսվում է, որ այդտեղ տեղակայվելու են 20 դիտակներ, իսկ հարավային կիսագնդում տեղակայվելու են 100 դիտակներ՝ Չիլիի Ատակամա անապատում՝ ծովի մակարդակից 5000 մ բարձրության վրա: Բացի դրանցից, նաև աշխատանքներ են իրականացվում “Python” լեզվով ծրագրային միացյալ փաթեթի (մթնոլորտային հեղեղի զարգացման Մոնտե-Կարլո ծրագիրը, դիտակի աշխատանքը և չերենկոյան լույսի գրանցման ընթացքը մոդելավորող ծրագրերը) տարբեր ենթածրագրերը համակարգող մասը կազմակերպելու ուղղությամբ:

### Հրատարակումներ

1. LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration, Fermi GBM, INTEGRAL,..., H.E.S.S. Collaboration, “Multi-messenger Observations of a Binary Neutron Star Merger“, The Astrophysical Journal Letters, 848, L12 (59pp), 2017.
2. H. Abdalla, A.Abramowski, F. Aharonian, F. Ait Benkhali, ..., V. Sahakian,... et al. (The HESS Collaboration), “TeV gamma-ray observations of the binary neutron star merger

GW170817 with H.E.S.S”, arXiv:1710.05862v1 [astro-ph.HE] 16 Oct 2017, submitted to Astrophysical Journal Letters.

3. H. Abdalla, A. Abramowski, F. Aharonian, F. Ait Benkhali, ..., V. Sahakian, ... et al. (The HESS Collaboration), “Gamma-ray blazar spectra with H.E.S.S. II mono analysis: The case of PKS 2155–304 and PG 1553+113”, *Astronomy and Astrophysics*, 600, A89 (13pp), 2017.
4. H. Abdalla, A. Abramowski, F. Aharonian, F. Ait Benkhali, ..., V. Sahakian, ... et al. (The HESS Collaboration), “Characterising the VHE diffuse emission in the central 200 parsecs of our Galaxy with H.E.S.S”, arXiv:1706.04535v1 [astro-ph.HE] 14 Jun 2017, accepted for publication in *Astronomy and Astrophysics*.

ՓՖԲ ղեկավար

Ա.Սիբունյան