

գիտահանրամատչելի հանդես

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ

№ 4, 2017 թ.

ISSN 1829-0345



ՀԱՅԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՉԵԽԻԱՅՈՒՄ

2

ԱՍՏՂԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ
ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ
ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԵՎ ԲԱՐՁՐ
ԷՆԵՐԳԻԱՆԵՐԻ ԳԱՄՄԱ-
ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ

ԿԵՆՍԱ-
ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

42

20

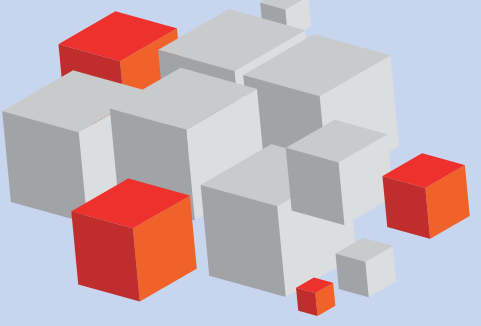


ՍԵՎ
ՍԻԼԻՑԻՈՒՄ

58



PHARELLUS REC. V
FEUGIAT PHARETR
TERPUS ACTUS V



ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԱՃԽԱՐՀՈՒՄ

№4, 2017 թ.

Լրատվական գործունեություն
իրականացնող՝ ՀՀ ԳԱԱ նախագահություն
Նախագահ՝ Ռ. Մարտիրոսյան
Պետական գրանցման
վկայականի համարը՝ 03Ա055313
Տրված՝ 28.06.2002 թ.

Գլխավոր խմբագիր՝ Ղազարյան Էդ.
Գլխավոր խմբագրի տեղակալ՝ Մուվրյան Յու.
Բաժինների խմբագիրներ՝ Պապոյան Ա., Դանագուլյան Գ.
Սարգսյան Ա.

Գործադիր տնօրեն՝ Պատասխանատու քարտուղար՝ Վարդանյան Ն.
Տեխնիկական խմբագիր՝ Կիրակոսյան Ա.
Համակարգչային օպերատոր՝ Հովհաննիսյան Բ.
Դիզայներ՝ Օհանջանյան Ա.
Թարգմանիչ՝ Սարգսյան Մ.
Համարի պատասխանատու՝ Կիրակոսյան Ա.

Ստորագրված է տպագրության՝ 01.12.2017
«Գիտության աշխարհում»-ի խմբագրական խորհրդի կազմը

Աղանյան Կ., Աղալովյան Լ., Աղայան Ա., Այվազյան Ս. (ՌԴ), Գալստյան Հ., Եսայան Ս. (ԱՄՆ), Թավադյան Լ., Հարությունյան Հ., Հարությունյան Ռ., Հարությունյան Ս., Համբարձումյան Ս., Հովհաննիսյան Լ., Ղազարյան Հ., Մարտիրոսյան Բ. (ՌԴ), Մելքոնյան Ա., Ներսիսյան Ա., Շահինյան Ա., Շուքրոսյան Ս., Ջրբաշյան Ռ., Սեդրակյան Դ., Սիմոնյան Ա.

Խմբագրության հասցեն՝ Մարշալ Բաղրամյան 24 դ., Հիմնարար գիտական գրադարանի շենք, 9-րդ հարկ, Հեռ.՝ +374 60 62 35 99, ֆաքս՝ +374 10 56 80 68 e-mail: journal@sci.am

«Գիտության աշխարհում» գիտահանրամատչելի հանդեսը ստեղծվել է ՀՀ կառավարության և ՀՀ ԳԱԱ նախագահության որոշմամբ:

Տպագրանակը՝ 300 օրինակ:
Ծավալը՝ 64 էջ:
Գինը՝ պայմանագրային:

Հոդվածների վերատպումը հնարավոր է միայն խմբագրության գրավոր համաձայնության դեպքում: Մեջբերումների դեպքում հանդեսին հղումը պարտադիր է: Խմբագրությունը միշտ չէ, որ համակարծիք է հեղինակների հետ: Խմբագրությունը պատասխանատվություն չի կրում գովազդային նյութերի բովանդակության համար:



2



12



20



32



42

2 ՀԱՅԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԴԵՆԻԱՅՈՒՄ

ԱՐԾՎԻ ԲԱՆԴԻՆՅԱՆ

Դեխիան եվրոպական այն սակավաթիվ երկրներից է, որտեղ չնայած պատմականորեն չի եղել հայկական զգալի ներկայություն, հայագիտությունն ունի հին ավանդույթներ և կենսունակ է մինչ օրս:

12 ԲԺՇԿԱՊԵՏ, ՈՐ ՆԱԵՎ ՄԵԾ ՀՈԳՈՒ ՏԵՐ ԷՐ

ՀՐԱԴՅԱ ԱՐՄԵՆՅԱՆ

Այթունյանը մեծ վաստակ ունի Սիրիայի և հատկապես Հալեպի առողջապահության զարգացման գործում: Հալեպը նրան է պարտական արդիական բժշկության հիմնավորման ու զարգացման համար:

20 ԱՍՏՂԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՌԵՏԳԵՆՅԱՆ ԵՎ ԲԱՐՁՐ ԷԼԵՐԳԻԱՆԵՐԻ ԳԱՄՄԱ-ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ

ՆԱՐԵԿ ՍԱՀԱԿՅԱՆ

ՀՀ-ում ԻԿՐԱՆԵՏ կենտրոնն ունի միջազգային կազմակերպության կարգավիճակ, իսկ գործունեության հիմնական ոլորտներն են՝ տեսական աստղաֆիզիկական, աստղաֆիզիկական աղբյուրներում տեղի ունեցող ԲԵ պրոցեսների թվային մոդելավորումը, ԱԳՄ-ների բազմաալիքային ուսումնասիրությունը, գամմա-բունկումների առաջացման մեխանիզմների ուսումնասիրությունը, արբանյակային դիտակներով գրանցված տվյալների վերլուծությունն ու մեկնաբանումը և այլն:

32 ՀԱՅ ԺՈՂՈՎՐԴԻ ՄԵԾ ԵՐԱՆՏԱԿՈՐԸ

ԱՇՈՏ ԲԱԲԱՆԱՆՅԱՆ

ՀՀ-ում վերջին տարիներին թողարկված բազմաթիվ փոստային նամականիշեր նվիրված են տարբեր ոլորտներում իրենց ներդրումն ունեցած ծանաչված հայորդիների, որոնց թվին է դասվում արևելագետ, հնագետ, հասարակական գործիչ, ակադեմիկոս Հ. Ա. Օրբելին:

42 ԿԵՆՍԱԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

ԱՐՄԵՆ ԱՌԱՔԵՆՅԱՆ

Քանակական տվյալների գրանցումը, հավաքագրումը և վերլուծությունը միշտ համարվել են կենսաբանական և կենսաբժշկական հետազոտությունների կարևոր մասը: Ասվածի վկայությունը ժառանգական հատկանիշների փոխանցման վերաբերյալ Մենդելի փորձերն են, որոնք դեռևս XIX դարում հնարավորություն տվեցին ձևակերպելու գենետիկայի հիմնական օրենքները: Այսօր, տվյալների չափման և գրանցման տեխնոլոգիաների զարգացմանը համընթաց, մեծանում են նաև կենսաբանական տվյալների տեսակները և բնույթը:

48 ՖԵՌՈՒԷԼԵԿՏՐԻԿԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ, ԱՌԱՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ, ՍԻՆԹԵԶՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐՆ ՈՒ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Մաս 2

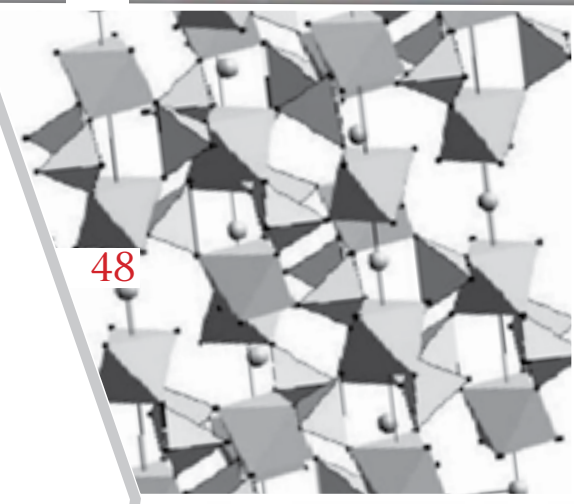
ՎԱԿԵ ԲՈՒՆԻԱԹՅԱՆ

ժամանակակից քիմիայի և նյութագիտության հիմնական խնդիրներից մեկը տրված հատկություններով օժտված նոր նյութերի ստացումն ու սինթեզումն է, ինչպես նաև՝ այդ հատկությունների կառավարման և լավարկման մարտավարությունների մշակումը: Թեև արդի միկրո- և նանոէլեկտրոնային տեխնոլոգիաները հնարավորություն են տալիս ստանալու մի քանի ատոմային շերտերով կառավարելի կառուցվածքներ, որոնք ցուցաբերում են ծավալային նմուշների համեմատությամբ էապես տարբեր հատկություններ, այնուամենայնիվ, առայժմ առկա են լուրջ դժվարություններ՝ կապված կառավարելի և վերարտադրելի պարամետրերով նանոկառուցվածքված ֆեռոէլեկտրական (բազմաֆեռոիկ) կիսահաղորդիչ նանոթաղանթային սարքերի իրականացման հետ:

58 ՄԵՎ ՍԻԼԻՑԻՈՒՄ

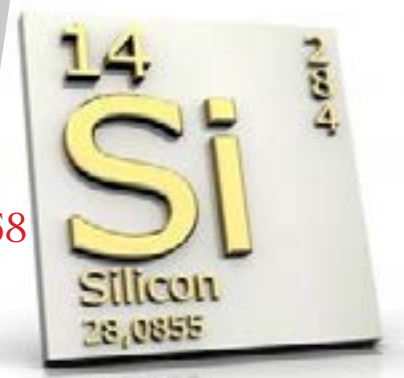
ՍՈՒՐԻԿ ԽՈՒՂԱՎԵՐԴՅԱՆ, ԳԱԳԻԿ ԱՅՎԱԶՅԱՆ, ԼԱՌԻՐԱ ԼԱԽՈՅԱՆ

Սիլիցիումը (Si) բնության մեջ թթվածնից հետո ամենատարածված տարրն է: Այն կազմում է երկրակեղևի 1/4 մասը:



48

58



ՀԱՅԱ-ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ՉԵԽԻԱՅՈՒՄ

(պատմական ակնարկ)

Չեխիան եվրոպական այն սակավաթիվ երկրներից է, որտեղ չնայած պատմականորեն չի եղել հայկական զգալի ներկայություն, հայագիտությունն ունի հին ավանդույթներ և կենսունակ է մինչ օրս:



Մարտին Կարատունիկ

Հայերը և չեխերը միմյանց թուցիկ կերպով ծանոթացել են արդեն միջին դարերում: Հայերը հիշված են տակավին

XV դարի չեխ ճանապարհորդ և գրող **Մարտին Կարատունիկի** «Ուղևորություն արևելյան երկրներ» հատորում: Հեղինակը 1490 թվականին ճամփորդել է Փոքր Ասիայում, Երուսաղեմում և Եգիպտոսում. իր գրառումներում նա մի քանի անգամ նշել է իրեն հանդիպած հայերին:

19-րդ դարի սկզբին հայոց լեզվով հետաքրքրվել են չեխ լուսավորիչները: Նրանցից գրող և թարգմանիչ **Անտոնին Յարուլավ Պոլսմայերը** (1769–1820) իր մի նամակում վկայել է, որ իրեն հաջողվել է գտնել հայերեն-թուրքերեն-լատիներեն և հակառակ բառարաններ, որոնք կօգնեն հայերենն ուսումնասիրողներին¹:

Չեխ և սլովակ բանաստեղծ, լուսավորիչ **Պավել Յոժեֆ Շա-**

¹ Պետրոսեան Լ., Փրակայի հայ ուսանողները, «Հայրենիք», Պոսթըն, 27.06.2008:



ԱՐՇԱԿ ԲԱԽՉԻՅԱԸ

Բանասիրական գիտությունների թեկնածու ՀՀ ԳԱԱ պատմության հնատիտուտի ավագ գիտաշխատող Գիտական հետաքրքրությունների ոլորտը՝ հայ գաղթավայրերի պատմություն, հայ պատմամշակութային կապերն աշխարհի հետ, ազգային կինոյի և խորեոգրաֆիայի պատմություն, հայ գործիչներ



Պավել Յոժեֆ Շաֆարիկ

Ֆարիկը (1795–1861) շվուներ է ունեցել հայ գիտնականների, մասնավորապես՝ Վիեննայի Մխիթարյան միաբանության անդամների հետ և գործնակա-նորեն հետաքրքրվել է հայոց լեզվով, պատմությամբ, մշակույթով և ցեղակցական կապերով: Չեխիայի Ազգային գրականության գրադարանի գրապահոցի



Շաֆարիկի արխիվում (թիվ 15/F/28) է պահվում Մխիթարյան միաբանության անդամ հայր Աբսեն Կոմիտաս Բագրատունու (1790–1866)՝ 1830 թվականին Նովի Սադ՝ հայր Վարդան Հովսեփյանին հղած գրաբար նամակը: Դրանից տեղեկանում ենք, որ Շաֆարիկի դիմումի համաձայն, Վարդան Հովսեփյանը նրան մանրամասն ներկայացրել է հայոց գրերը և հնչյունները, նպաստելով չեխ գիտնականի՝ հայերենը սերտելու գործին²:

1842–1845 թթ. Ռուսաստանում բնակված չեխ-գերմանական ծագումով բժիշկ, կենսաբան և ճանապարհորդ, Պրահայի համալսարանի պրոֆեսոր **Ֆրիդրիխ Աուգուստ Ռուդոլֆ Կոլենատին** (1812–1864) եղել է նաև Հայաստանում, շվուներ ունեցել հայերի հետ: Ռուսաստանում անցկացրած տարիներին Կոլենատին արշավախմբերի կազմում ճամփորդել է Կովկասում, հասել մինչև Արցախ: Հայաստան

² Նամակի լուսանկարը մեզ ուղարկել է նկարիչ Տիգրան Աբրահամյանը (Պրահա): Այս նամակն տես նաև՝ **Փրակացի**, Չեխերը մեր մասին, «Արևելք», Ստանպոլ, 7.02.1933 (այստեղ Բագրատունու անունը հիշված չէ, սակայն խոսքն անվիճելիորեն նրա նամակի մասին է):

կատարած այցելության մասին նա գրել է 1858–1859 թթ. հրատարակված իր ուղեգրության առաջին հատորում³: Գլուխներից մեկը կոչվում է «Հայաստանում և Քասախում ապրող թաթարները»: Կոլենատին 1843–ին Թիֆլիսում ծանոթացել է հայ մեծ լուսավորիչ Խաչատուր Աբովյանի հետ և իր ուղեգրության մեջ գրել, որ հանդիպել է «մի հայ ուսուցչի՝ **Աբովյան անունով**»⁴: Նա գրել է նաև «Ասիական բժշկությունը Կովկասում, Վրաստանում, Հայաստանում և Պարսկաստանում» գերմաներեն աշխատությունը (հրատարակվել է 1852–ին Պրահայի գերմանալեզու գիտական մամուլում):



Ֆրիդրիխ Հավլասա

³ **Kolenati F. A.**, Die Bereisung Hocharmeniens und Elisabethopols, der Schekinschen Provinz und des Kasbek im Central-Kaukasus, Dresden, 1858.
⁴ Նույն տեղում, էջ 166:

Հայաստանում հայտնված հաջորդ չեխը, եղել է գրող, լրագրող **Բոհումիլ Հավլասան** (1852–1877), որը որպես կամավոր 1877–ի ապրիլից մասնակցել է ռուս-թուրքական պատերազմին՝ ծառայելով Ալեքսանդրապոլում տեղակայված Նիժեգորոդյան դրագունական գնդում: Երիտասարդ չեխը կովել է ռուսական բանակի շարքերում՝ Հայաստանի տարածքում, և իր ռազմական թղթակցություններն ուղարկել Պրահա: Դրանք տպագրվել են «Բրոուսեկ» թերթում և արտատպվել այլ պարբերականներում: Իր ռազմական թղթակցություններում Հավլասան երբեմն գեղարվեստականորեն նկարագրել է հայոց բնաշխարհը: Դժբախտաբար, նա հիվանդացել է տիֆով և վախճանվել 1877–ի նոյեմբերի 25–ին, Ալեքսանդրապոլում՝ ընդամենը 25 տարեկան հասակում: Նրա գերեզմանի վայրը մնում է անհայտ⁵:

Հայկական հետաքրքրություններ է ունեցել նաև նույն դարաշրջանում ապրած մտավորական, քաղաքական գործիչ

⁵ Տես **Кишкин Л. С.**, Чешский писатель на армянской земле, «Պատմաբանասիրական հանդես», Երևան, 1984, թ. 4, էջ 170–177:



Վոյտա (Վոյտեխ) Նապրստեկ

Վոյտա (Վոյտեխ) Նապրստեկը (1826–1894): Նրան մասնավորապես հետաքրքրել են հայոց պատմությունը և լեզուն. հայտնի է, որ ԱՄՆ կատարած ուղևորության ընթացքում նա իր հետ տարել է հայերեն գրքեր: Պահպանվել է նրա նամակը՝ ուղղված չեխ ճանապարհորդ Վունշին, որտեղ խնդրել է իր համար գտնել հայկական երգերի երաժշտություն՝ նշելով հայերեն տողեր այդ երգերից⁶:

Վերոնշյալ **Յոզեֆ Վունշը** (1842–1907) 1881–1883 թթ. ուղևորություն է կատարել Արևելք և Ռուսաստան, եղել Արևմտյան և Արևելյան Հայաստանում, կատարել մանրամասն քարտեզագրումներ, թողել ուշագրավ գրառումներ և հանդիպել հայ մտավորականների: Վունշը մասնավորապես եղել է Մալաթիա, Խարբերդ, Էրզրում, Վան, Երևան քաղաքներում: Պատճենել է սեպագիր արձանագրություններ և ուղարկել Վիեննայի համալսարանի ուսուցչապետ Սյուլլե-

⁶ Հարությունյան Հ., Հայ-չեխական կապերի նորահայտ փաստեր, «Մովետական Հայաստան» ամսագիր, Երևան, 1982, թ. 12, էջ 26–27:

րին: Հայաստանից նա իր հետ Չեխիա է տարել զենքեր, որոնք այսօր ցուցադրվում են Վոյտեխ Նապրստեկի թանգարանում:

Ավստրո-Հունգարիայի հպատակ չեխերի հետ որոշ շփումներ են ունեցել Վիեննայի Մխիթարյան միաբանները, որոնք հնարավորինս ձգտել են չեխերին ներկայացնել հայ ժողովրդին և նրա մշակույթը: Լեզվին անծանոթ լինելով՝ նրանք գործակցել են չեխ կրոնավոր **Ալոիս Կուդելկայի** (1861–1942) հետ, որը հանդես է եկել Օ. Ս. Վետտի ծածկանունով: Կուդելկան տիրապետել է 40 լեզվի, թարգմանություններ կատարել իսլանդերենից, էստոներենից, ֆիններենից, լատվիերենից, հունգարերենից, իսկ հայերեն սովորել է Վիեննայի Մխիթարյանների մոտ և նրանց օգնությամբ կատարել է թարգմանություններ աշխարհաբարից: Նա ձեռք է բերել հայ գրականության բավական հարուստ գրադարան, որն այժմ պահպանվում է Բոնո քաղաքում: 1902-ին Կուդելկայի չեխերեն թարգմանությամբ առանձին գրքով լույս է տեսել Բաֆֆու «Խենթը», 1903-ին՝ Ավետիս Ահարոնյանի «Խուցը» և «Սև օրերը» պատմվածքները՝ «Պատկերներ թուրքական Հայաստանից» վերնագրով: Այս հատորները մեծ ընդունելության են արժանացել չեխ ընթերցողների շրջանում և արագ սպառվել են: 1903-ին հրատարակված «Հլեսա» հատորում լույս է տեսել նաև Ալոիս Կուդելկայի թարգմանած Ահարոնյանի «Ռաշիդ» պատմվածքը, 1914-ին, դարձյալ նրա չեխերեն թարգմանությամբ՝ Բաֆֆու «Բիրի շարաբանի» վիպակը:



Բեդրժիխ Հրոզնի

Արևելագետ, խեթագետ, Պրահայի համալսարանի ռեկտոր, արևելագիտության բաժանմունքի հիմնադիր **Բեդրժիխ Հրոզնի** (1879–1952) 1936-ին Հայաստանի լուսավորության բաժնի հրավերով այցելել է Երևան, կարդացել խեթական մշակույթի վերաբերյալ երկու դասախոսություն⁷: Վերադառնալով Պրահա՝ 1937-ի հունվարի 30-ին արևելագիտական համաժողովում Հրոզնին զեկուցել է իր հայաստանյան ուղևորության մասին, դրվատել Խորհրդային Հայաստանի կառավարությանը, որը հասցրել է կարճ ժամանակամիջոցում մեծ թվով հնություններ հավաքել:

Լեզվաբան **Չեստմիր Լոուկոտկայի** (1895–1966) «Գրի զարգացումը» գրքում (լույս է տեսել նաև հայերեն, 1955 թ., Երևանում) խոսվում է նաև հայ գրերի մասին: Հեղինակը չի վարանել վրացական գրի ստեղծող համարել Մեսրոպ Մաշտոցին:

⁷ Տե՛ս Փրոֆ. Գրոզնի Երևանի մէջ, «Հայրենիք», Պոսթըն, 8.01.1937: Փրոֆ. Գրոզնի Երևանի մէջ, նույն տեղում, 4.02.1937:



Չեխսլովակիայում⁸ հայ ժողովրդի հանդեպ հետաքրքրություն առաջացնելու գործում անգնահատելի դեր է կատարել **Նշան Մարտիրոսյանը** (1894, Խարբերդի Խուռնավիլ գյուղ – 1966, Պրահա): Նրա մանկությունն անցել է Ռյոնսբերգում, ստացել է գերմանական կրթություն, այնուհետև ուսանել Պրահայի Կառլի համալսարանում: Եղել է Բեդրժիխ Հրոզնիի ուսանողը և հետագայում հիմնել է Պրահայի համալսարանի հայագիտական բաժինը: 1924 թ. մասնակցել է Հրոզնիի խեթագիտական արշավին: Կ. Պոլսում Դուրյան պատրիարքի խորհրդով սկսել է խեթերեն սովորել: Խեթագիտական պրպտումներ է կատարել նաև Ֆրանսիայում և Եգիպտոսում: Ստամբուլի «Արևելք» թերթում հրատարակել է Հրոզնիի և նրա խեթագիտական աշխատությունների վերաբերյալ երկու ուսումնասիրություն, իսկ Բուսթոնի «Հայրենիքում» հրատարակած հոդվածաշարով անդրադարձել է Հրոզնիի՝ Փոքր Ասիայում կատարած հնագիտական պեղումների: Մարտիրոսյանը հեղինակ է հայերեն, չեխերեն, գերմաներեն և անգլերեն լեզվաբանական բանասիրական տարաբնույթ աշխատությունների: Չեխսլովակիայի և հայ-չեխական կաթակցություններով **Փրակաղի** և **Հեթիդսիայ** ծածկանուններով աշխատակցել է հայ մամուլին (Կ. Պոլսի «Ճակատամարտ» և «Արևելք», Բեյրութի «Զարթոնք», Կահիրեի «Ազատ միտք»): Գերմաներեն և չեխերեն է թարգմանել հայ հեղինակների (Դուրյան, Մեծարենց, Վարուժան, Չարենց, Արագի), հայերեն՝ չեխ հեղինակների, ինչպես նաև՝ «Գիլգամեշ» հնագույն դյուցազնավեպը (արձակ թարգմանությամբ. լույս է տեսել Երևանում, 1963-ին): Աշխատակցել է նաև Հայաստանի գիտական մամուլին, մասնավորապես՝ «Պատմաբանասիրական հանդեսին»: Ն. Մարտիրոսյանը կապեր է ունեցել ժամանակի հայտնի գրողների և գիտնականների (Հրաչյա Աճառյան, Եղիշե Դուրյան, Ֆրանց Վերֆել) հետ: Նշենք նաև, որ նրա որդին՝ **Հայկ Մարտիրոսյանը**, չեխերեն է թարգմանել Մկրտիչ Սարգսյանի «Քաջ Նազար» վեպը:

Այս ժամանակաշրջանի սակավաթիվ չեխ մտավորականներ և արվեստագետներ որոշակի

հետաքրքրություն են ցուցաբերել հայ իրականության նկատմամբ: Նշան Մարտիրոսյանի վկայությամբ՝ հատկապես Չեխսլովակիայի անկախացումից հետո չեխերը սկսել են ջերմ համակրանք ցուցաբերել հայ ժողովրդի հանդեպ: Այսպես, Պրահայի համալսարանի պրոֆեսոր, արևելագետ, աստվածաբան **Ալոիզ Մուզիլը** (1868–1944), որը երկար տարիներ բնակվել է Փոքր Ասիայի խորքերում, 1922-ին հանդես է եկել հայ ժողովրդի պատմության վերաբերյալ ընդարձակ հոդվածով⁹: Մարտիրոսյանի ուսանողներից հայր **Մետոդ Պեհաչեկը** 1933-ին Չեխիայի ժողովրդական կաթոլիկ կուսակցության «Լիդովե լիստի» («Ժողովրդի թերթը») պաշտոնաթերթում հոդված է հրատարակել հայ-չեխական առևտրական և մշակութային հարաբերությունների մասին¹⁰: Պրոֆեսոր **Կարել Շաֆարը** հայոց պատմության մի գիրք թարգմանել է չեխերեն՝ պրոֆեսոր Լեսնիի փափագի համաձայն: Սակայն Մարտիրոսյանը

⁹ Չեխ գիտնականի մը գնահատումը հայ ժողովրդի մասին, թարգմ. Ն. Մարտիրոսյան, «Ճակատամարտ», Կ. Պոլս, 4.03.1922:

¹⁰ Փրակաղի, Հայ և չեխ հնագույն և նորագույն յարաբերությանը մասին, «Արևելք», Ստամբուլ, 22–23.05.1933:

ընդ Չեխոսլովակիայի առաջին և ամենահմուտ հայագետ համարել է երկրում մեծ սեր և հեղինակություն վայելած պրոֆեսոր **Վիլհելմ Վոչադոյին** (1895–1974): Վերջինս գրաբար է դասավանդել Պրահայի համալսարանի փիլիսոփայության բաժնում: Տիրապետել է քսանչորս լեզվի: հայերենից և արևմտաեվրոպական լեզուներից բացի, իմացել է նաև հունգարերեն, եբրայերեն, պարսկերեն, արաբերեն, ասորերեն, թուրքերեն, չինարեն, ճապոներեն, մալայերեն, սանսկրիտ և արդի հնդկերեն և այլն: Այնքան հմուտ է եղել հայոց լեզվի մեջ, որ անգամ գրել է հայերեն գիտական հոդվածներ, որոնք, 1922-ի տվյալով, տակավին անտիպ են եղել և գտնվել են Կլադով քաղաքում: Վոչադոյն զբաղվել է համեմատական լեզվաբանությամբ, անգիր է իմացել հայերեն Աստվածաշնչից հատվածներ և «Հայր մերը»: Ի դեպ, հայագիտական հետաքրքրություններ է ունեցել նաև նրա որդին՝ լեզվաբան, պրոֆեսոր, Պրահայի համալսարանի փիլիսոփայության բաժնի դասախոս **Օտակար Վոչադոյն** (1895–1974), որը հոր նման անգիր է իմացել գրաբար «Հայր մերը»: Չեխական թերթերում երբեմն հանդես է եկել հայաստանի հոդվածներով:

Նշան Մարտիրոսյանը վկայել է նաև, որ նույն ժամանակաշրջանում հայոց լեզվի մասնակի ուսումնասիրությամբ են զբաղվել չեխ հնդեվրոպաբան լեզվաբանները և արևելագետները՝ Պրահայի Կառլի համալսարանի նախկին ուսուցչապետներ **Ռուդոլֆ Դվորժակը** (1860–1920),

Ռուդոլֆ Ռուժիչկան (1878–1957), **Յոզեֆ Զուբատին, Մաքս Գրյուներտը** (1849–1929), **Օլդրիխ Հույերը** (1880–1942), **Պավել Պուչան** (1905–1986) և այլք:

Հայաստանին վերաբերող հոդվածներով անկուսակցական «Նարոդնի պոլիտիկա» թերթին աշխատակցել է հայագետ, կովկասագետ **Յարոմիր Եդլիչկան** (1901–1965): Պրահայի համալսարանում սլավոնական և գերմանական լեզուներ ուսանելուց հետո նա հայերեն է սովորել Պրահայում ուսանող Հովհաննես Հախնազարյանի և Վիեննայի Մխիթարյանների մոտ: Եդլիչկան հայերեն է դասավանդել Պրահայի համալսարանում, հայերեն ու վրացերեն՝ Արևելյան լեզուների դպրոցում: 1931-ի մայիսին չեխական մամուլում անդրադարձել է Հայաստանի Հանրապետության հիմնադրման 13-ամյակին: 1933-ի փետրվարին հրատարակել է «Հայ մամուլը Չեխոսլովակիայի մասին» հոդվածը, որտեղ տրված են Փարիզի «Յառաջ» և Կահիրեի «Յուսաբեր» թերթերում այդ երկրի մասին լույս տեսած հոդվածների, ինչպես նաև Թեհրանի «Ալիք» օրաթերթում չեխ-պարսկական հարաբերությունների մասին հոդվածի ամփոփումները: Ուսումնասիրել է հայերենի և վրացերենի բառային կառուցվածքը, չեխերեն է թարգմանել Վարուժանի, Չարենցի, Իսահակյանի ստեղծագործություններից, Թումանյանի «Գիքորը», Անանյանի «Հովազածորի գերիները» և այլն: Նամակագրություն է ունեցել հայ մտավորականների հետ. Երևանի Գրականության և արվեստի թանգարանի Հրաչյա

Աճառյանի ֆոնդում պահվում է մեծանուն գիտնականին ուղղած Եդլիչկայի մի հայերեն նամակը: Ըստ Եդլիչկայի՝ հայերն իրենց պատմության դժնդակ ճակատագրի և սփռվածության բերումով եղել են, կան և պիտի մնան մշակույթի ու շինարարության կարևոր մի տարր Արևելքում: Չեխ գիտնականը երեք անգամ գիտական գործուղման է մեկնել Հայաստան, ելույթներ ունեցել համալսարանում, ռադիոյով և հեռատեսիլով¹¹:

Չեխոսլովակիայում սոցիալիստական կարգերի հաստատումից հետո հայագիտությունը երկրում մտել է նոր հունի մեջ: Սերտացել են հայ և չեխ գիտնականների փոխայցերը և կապերը: Սկսել են չեխերեն թարգմանաբար հրատարակվել հայ գիտնականների և գրողների երկերը, օրինակ, հայաստանցի պատմաբան Փ. Ենգոյանի «Հայաստանը անցյալում և ներկայում» գիրքը: 1959-ին Երևանի պետական համալսարանի գրադարանը Պրահայի համալսարանի հայագիտության ամբիոնին ուղարկել է 325 հայերեն գիրք¹²: Այդ ամբիոնի արդյունավետ գործունեության շնորհիվ է, որ հետագա տասնամյակներին ասպարեզ են իջել տարբեր սերունդների չեխ հայագետներ՝ **Լուդմիլա Մոտալովան, Վալդիս Զեռնին, Լադիսլավ Կրժեհլան, Բոհումիլ Բարեշը** (1917–1982), որն սկսել է

¹¹ Եդլիչկայի մասին տե՛ս **Մոտալովա Լ.**, Չեխ հայագետ Եարոմիր Եդլիչկայի յիշատակին, «Այգ», Պեյրույ, 27.10.1965: **Քոչարյան Ա.**, Յարոմիր Եդլիչկան հարագետների ու գործընկերների գնահատմամբ, «Օրեր», Պրահա, 2000, թ. 7-8, էջ 28-29:
¹² Նվեր Պրագայի համալսարանին, «Մովետական Հայաստան», Երևան, 1959, թ. 5, մայիս, էջ 36:

թարգմանել Գրիգոր Նարեկացու «Մատենանոցի բնագրերը», **Բոհումյակ Պալեկը**, որոնք այս կամ այն չափով Հայաստանի գրականությունը և մշակույթը ներկայացրել են չեխերին¹³:

Պրահայի համալսարանի արևելագիտության բաժնի ուսանողուհի **Մարցելա (Մարսելա) Բոուշկովան** 1957-ին ռուսերեն հոդված է գրել Չեխոսլովակիայում հայ գրականության ներկայացվածության մասին (հայերեն թարգմանությամբ լույս է տեսել Երևանի «Գրական թերթում»¹⁴): Այստեղ նա վկայել է, որ 1945-ից հետո ռուսերենից չեխերեն են թարգմանվել Զոհրապի, Դեմիրձյանի, Զորյանի պատմվածքները, և որ բանաստեղծ ուսանողուհի Յանա Շտրոբլովան չեխերեն է թարգմանել խորհրդահայ բանաստեղծների (Շիրազ, Մարգարյան, Կապուտիկյան, Կարենց): 1956-ին չեխերեն առանձին գրքերով տպագրվել են Մովսես Արագիի «Արյունոտ ծաղիկներ» և Շիրվանզադեի «Քառս» գործերը: Հետաքրքրական է, որ վերջին վեպի հասցեին քննադատական կարծիքներ են հնչել, և արևելագիտական բաժնի ուսանողները հանդես են եկել պատասխան հոդվածով՝ պաշտպանելով «Քառսի» գեղագիտական արժեքը: Ի դեպ, Բոուշկովայի շնորհիվ Վահրամ Փափազյանի «Հետադարձ հայացք» գրքի մասին Սերգեյ Ղուլյանի գրախոսությունը տպագրվել է Պրահայի «Նովի սվետ» («Նոր աշխարհ») ամսագրում: Բոուշկովան նաև հայերեն գրել է իր տպավորությունները թատերագետ Ռուբեն Զարյանի «Սիրանույշ» աշխատության մասին, որտեղ զուգահեռներ է կատարել հայ և չեխ թատրոնների միջև:

¹³ Չեխ հայագետների մասին տե՛ս Չեխ և հայ կապերը, «Այգ», Պեյրույ, 8.12.1971: Զրույցը շարունակում են չեխ թարգմանիչները. Վալդիս Զեռնի, Լադիսլավ Կրժեհլա, Կամիլ Խրոբակ, գրի առավ Հ. Հարությունյանը, «Գարուն», Երևան, 1982, թ. 12, էջ 16-17:
¹⁴ Մարցելա Բոուշկովա, Հայ գրականությունը Չեխոսլովակիայում, «Գրական թերթ», 30.04.1957:

սուրբունը տպագրվել է Պրահայի «Նովի սվետ» («Նոր աշխարհ») ամսագրում: Բոուշկովան նաև հայերեն գրել է իր տպավորությունները թատերագետ Ռուբեն Զարյանի «Սիրանույշ» աշխատության մասին, որտեղ զուգահեռներ է կատարել հայ և չեխ թատրոնների միջև:

Առավել հանրահայտ է չեխ հայագիտուհի **Լուդմիլա Մոտալովայի** (1935–1975) գործունեությունը: Յարոմիր Եդլիչկայի այս տաղանդավոր ուսանողուհին, որը կատարելապես տիրապետել է հայոց լեզվին, որոշ ժամանակ իր ուսերին է վերցրել հայ գրականությունը չեխերեն թարգմանելու գրեթե ողջ ծանրությունը: Նա առաջին անգամ իր մասին խոսել է տվել, երբ Կառլի համալսարանի արևելագիտության բաժանմունքի դասախոսների և ուսանողների ջանքերով «Կվետեն» ամսագրի 1956 թ. 9-րդ համարում տպագրվել են Իսահակյանի արձակ բանաստեղծությունների իր թարգմանությունները: Մոտալովան առաջաբանում գրել է. «*Հայ մեծանուն բանաստեղծի և արձակագիր Ավերիք Իսահակյանը պարկանում է ժամանակակից գեղարվեստի աշխարհի ամենամեծ անձնավորությունների շարքին: Քանի որ Իսահակյանը մարդկանց ուսուցանում է իրար հասկանալ, այդ իսկ պարճառով ամբողջությամբ ծառայում է մարդկանց համաշխարհային եղբայրությանը*»¹⁵: Տարիներ շարունակ Մոտալովան չեխական ռադիոյում ներկայացրել է հայ պոեզիան և երաժշտությունը, չեխական մամուլում

¹⁵ **Նսայան Հ.**, Հայ գրականությունը օտար լեզուներով, «Գրական թերթ», Երևան, 11.05.1955:

ներկայացրել հայ մշակույթի վերաբերյալ տասնյակ հոդվածներ (օրինակ, «Չեխոսլովակյան ռադիո» պարբերականի 1973-ի թիվ 21-25-ում հրատարակել է «Հայ ժողովրդական նվագարաններ» հոդվածաշարը), միջազգային հանրագիտարաններում և տեղեկատուներում հանդես է եկել հայ գրողների մասին անգլերեն հոդվածներով, հրատարակել «Խորհրդային Հայաստան» գրքույկը (1966): Թարգմանել է մի շարք հայ գրողների (Թումանյան, Իսահակյան, Չարենց, Բակունց, Սևակ, Մաթևոսյան, Խալափյան, Արշակյան): Հատկանշական է, որ Մոտալովան մինչև անգամ փորձել է չեխարենակ հայերին իրենց հարազատներին կապել: Նա սիրված անուն է եղել Խորհրդային Հայաստանի գրողների և գիտնականների շրջանում: Մոտալովայի անունով է կոչվում Երևանի քաղաքային գրադարաններից մեկը¹⁶:

Հայագետ-վրացագետ, կովկասագետ, հայ գրականության թարգմանիչ **Վալդիս Զեռնին** (1931–2017) 1950-ական թվականներին Պրահայի Կառլի համալսարանում պրոֆեսոր Եդլիչկայի մոտ ուսանել է հայագիտություն: Հետագայում նույն համալսարանի Արևելյան գիտությունների բաժնում դասավանդել է իր իսկ հիմնած «Համընդհանուր կովկասագիտություն» առարկան: Տիրապետել է արևելահայերենին և արևմտահայերենին՝ սովորած լինելով Չեխիայում ծնված, արևմտահայ ծնողների զավակ Լուիզա Ալանյանից: Հետագա

¹⁶ Հ.Մոտալովայի մասին մանրամասն տե՛ս՝ **Արիստակեսյան Ա.**, Լյուդմիլա Մոտալովա, «Պատմա-բանասիրական հանդես», Երևան, 1975, թ. 3, էջ 254-256:

տարիներին Չեռնին թարգմանել է հայ գրականության դասականներին՝ Խ. Աբովյանի «Վերք Հայաստանի», Ե. Չարենցի «Երկիր Նաիրի» վեպերը, Ա. Բակունցի «Ան ցելերի սերմնացանը» պատմվածքների ժողովածուն (այս թարգմանության համար արժանացել է Չեխիայի թարգմանիչների ընկերության «Տարվա լավագույն թարգմանության համար» մրցանակին), Պ. Զեյթունցյանի «Ամենատխուր մարդը»: Թարգմանել է նաև Գրիգոր Նարեկացի, միջնադարյան հայրենները (Նահապետ Քուչակի անվամբ), Սայաթ-Նովա, Վարուժան, Զահրատ, Պ. Սևակ (վերջինին՝ Յանա Շտրոբլովայի գործակցությամբ): Նրա վերջին թարգմանությունն անգլերենից էր՝ Ա. Ռեթգարթի «Հայերը» գիրքը (2003, Պրահա):

Հայերենին փայլուն տիրապատել է նաև թարգմանիչ **Լադիսլավ Կրժեհլան** (1945–2010), որը 1970–1971 թթ. ուսանել է Երևանի պետական համալսարանում: Աղասի Այվազյանի «Երաժշտական

զանգ հին ինտելիգենտի տանը» պատմվածքի թարգմանության համար արժանացել է երիտասարդ թարգմանիչների առաջին մրցանակին: Չեխերեն է թարգմանել նաև Մովսես Խորենացու «Հայոց պատմությունը», Վ. Պետրոսյանի «Հայկական էսքիզները», Զ. Խալափյանի, Հ. Մաթևոսյանի ստեղծագործություններից: Կատարել է նաև խորհրդահայ պոետներից տողացի թարգմանություններ:



Ծնունդով կիպրահայ **Հայկ Ուրիձյանը** Չեխիայում որոշակի համբավ ունի որպես սիմֆոնիկ դիրիժոր և երաժշտագետ, որը հանդես է գալիս հայ հոգևոր երաժշտության մասին չեխերեն և անգլերեն ուսումնասիրություններով: Չեխերեն է թարգմանել հայկական շարականներ, եկեղեցական դրոշմի և մկրտության ծեսի շարադրանքը: Տարիներ շարունակ նա աշխատում է Գրիգոր Նարեկացու «Մատեան ողբերգութեան» չեխերեն թարգմանության վրա: Իր թարգմա-

նական-հետազոտական աշխատանքում հաճախ համագործակցում է պրոֆեսոր Է. Քինդլերի և Մ. Պիչմանովայի հետ:

Չեխ հայագետների նորագույն սերնդի ներկայացուցիչներից է **Պետրա Կոհոուսկովան** (Կոշտայովա, ծն. 1981), որն աշխատում է Պրահայի Կառլի համալսարանի էթնոլոգիայի և հայագիտության բաժնում: Նա հանդես է եկել հայ միջնադարյան գրականության, Օսմանյան կայսրության հայ բնակիչներին, հայոց Ցեղասպանության վերաբերյալ գիտական հրապարակումներով՝ չեխերեն, անգլերեն և ֆրանսերեն: Չեխերեն է թարգմանել Սիմեոն Լեհացու «Ուղեգրությունը»: 2017-ին լույս տեսավ Պետրա Կոշտայովայի աշխատությունը Օսմանյան կայսրությունում հայերի և ասորիների ցեղասպանության մասին, որը նա գրել էր Միխայ Ռոժուտիլի և Պետր Նովակի համագործակցությամբ:

Վացլավ Չեռնիի ղեկավարությամբ հայագիտություն են ուսանել երիտասարդ չեխուհիներ **Միլադա Կիյանովան**, **Վերոնիկա Մարչիկովան** և **Աննա Սոխովան**: Վերջինս զբաղվում է V դարի հայ գրականության և Հայաստանի ու Աղվանքի քրիստոնեության խնդիրների ուսումնասիրությամբ:

Չեխիայում հայագիտության ավանդույթները կենդանի են, և ասպարեզ իջած նոր անունները հույս են ներշնչում հայագիտության հանդեպ հետաքրքրության շարունակականության վերաբերյալ:

Ի Դ Ե Դ

ԵՐԲ ՓՈՂ ՉԿԱ, ԱՅՆ ՇՌԱՅԼԵԼՆ ԱՎԵԼԻ ՀԵՇՏ Է



25 դար գոյատևելուց հետո փողն սկսում է վերանալ: Այժմ շատ երկրներում ապրանքի կամ ծառայության դիմաց կարելի է վճարել՝ բջջային հեռախոսը կամ կրեդիտային քարտը թափահարելով հատուկ զգայակի (սենսոր) առջև: Պետք չէ հավաքել անգամ փին կողը: Ֆրանսիացիների տվյալներով՝ ներկայումս այդ տեխնիկայով զինված խանութներում մինչև 20 եվրո արժողությամբ գնումների 18 %-ը կատարվում է այդ ձևով: Կրեդիտային և դեբետային քարտերն արդեն տարածված են ամենուր:



ԱՄՆ-ում կատարված ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ բասկետբոլի մրցամարտի տոմս գնող ուսանողներն ավելի հաճախ են վերցնում թանկ տեղեր, եթե վճարում են քարտով, այլ ոչ թե կանխիկ: Կանադացի ուսանողները գրադարաններում կրկնակի շատ պատճենահանումներ են կատարում և հանրակացարաններում ավելի հաճախ են օգտվում լվացքի մեքենայից, եթե վճարում են քարտով: Գիտնականների եզրակացությունը՝ եթե փողը չես տեսնում, դրանից ավելի հեշտ ես բաժանվում:

«Наука и жизнь», 2015, N 7.

ԱՇԽԱՏՈՂ ԹՈՇԱԿԱՌՈՒՆԵՐՆ ԱՎԵԼԻ ԵՐԿԱՐ ԵՆ ԱՊՐՈՒՄ

Գերմանիայի թոշակային գերատեսչության տվյալներով՝ 55 տարեկան հասակում թոշակի անցած տղամարդիկ ապրում են միջին հաշվով ևս 13 տարի: Նրանք, ովքեր ազատվել են աշխատանքից 64 տարեկան հասակում, ևս 18 տարի վայելում են վաստակած հանգիստը: Դրա պատճառներն անհասկանալի են, սակայն չի բացառվում, որ ավելի վաղ թոշակի են անցնում առողջական խնդիրներ ունեցողները, որոնք չեն կարող այլևս լիարժեք աշխատել: Կանանց դեպքում նման օրինաչափություն չի հայտնաբերվել:



ԽՈՇՈՐ ՓԱԿՈՒՄՆԵՐ ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ



Ամբողջ աշխարհի կենսաբանները մասնակցում են Ֆլանդրիայի (Բելգիա) ծովային ինստիտուտի համակարգիչներում տեղադրված ծովային տեսակների Համաշխարհային գրանցամատյանի ստեղծմանը: Մանրամասն ստուգումները ցույց են տվել, որ կենդանի էակների շատ տեսակներ բազմիցս բացահայտվել և նկարագրվել են որպես նոր տեսակներ: Մինչև համացանցի հայտնվելը կենդանաբանական գրականությունը, հատկապես փոքր տպաքանակով

կով հրապարակվածը, հասանելի էր ոչ բոլոր մասնագետներին, որն էլ կրկնությունների պատճառ էր դառնում: Այդ հարցում ռեկորդը պատկանում է Littorina saxatilis ծովային մանր խխունջին, որը, XVIII դարից սկսած, տարբեր կենդանաբաններ բազմաթիվ անվանումներով նկարագրել են 113 անգամ: Սա բացատրվում է խեցու ձևի և երանգավորման մեծ բազմազանությամբ: Ծովային օրգանիզմների ցուցակից ստիպված հեռացվել է 190400 անվանում, և ստուգումները դեռ շարունակվում են:



«Наука и жизнь», 2015, N 7.



ԱՄՆ-ում մշակվում է արտատվող ծրագիր սմարթֆոնների համար: Այն նախատեսված է դպրոցականների համար և հաշվում է այն թույլները, երբ հեռախոսի տերը չի օգտվում դրանից: Ծրագիրն ինքնուրույն միանում է, երբ հեռախոսը հայտնվում է դպրոցի շենքի ներսում: Հեռախոսագրույց չվարելու, հաղորդագրություն չուղարկելու, համացանցից չօգտվելու յուրաքանչյուր 20 րոպեի դիմաց դպրոցականն իր հաշվին ստանում է պայմանական միավոր: Հետագայում այդ միավորները կարելի է փոխանակել փոքրիկ մրցանակի հետ. լրության 8 ժամվա համար կարելի է ստանալ 1 տուփ մաստակ կամ որևէ հուշանվեր:



ԱՇԽԱՏԱՎԱՐՁՈՐ ԿՏԱՆԳԱՎՈՐ Է ԿՅԱՆՔԻ ՀԱՄԱՐ



Վիճակագիրները և բժիշկներն ուսումնասիրել են շվեդ պետական ծառայողների մահացության դեպքերը սովորական օրերին և ամիսը մեկ անգամ՝ աշխատավարձ ստանալու օրը: Պետծառայողները կազմում են աշխատող բոլոր շվեդերի հինգերորդ մասը (սոցիալիզմի օրոք, անգամ շվեդական, չինովնիկների աշխատակազմը մշտապես ուռճացված է): Պարզվել է, որ աշխատավարձի և դրան հաջորդող օրը հանկարծակի մահվան հավանականությունը 23 %-ով բարձր է, քան սովորական օրերին: Ստացվում է, որ յուրաքանչյուր աշխատավարձի օր երկրում մահանում է մոտավորապես 100 մարդ: Բարձր մահացության գրեթե բոլոր դեպքերը կապված

են կաթվածների հետ, ընդ որում՝ սրտի կաթված պատահում է 70 %-ով ավելի, քան սովորական օրերին, իսկ ուղեղի կաթված՝ 120 %-ով ավելի: Հայտնաբերված օրինաչափությունը վերաբերում է միջինից ցածր աշխատավարձ ստացողներին և երիտասարդներին (մինչև 35 տարեկան):

Ո՞րն է այս երևույթի պատճառը: Հավանաբար, ստանալով որոշակի գումար՝ պետծառայողները, հատկապես ցածր վարձատրվողները և երիտասարդները, անձնատուր են լինում ամեն տեսակի հաճույքների: Մեկը նախապատվությունը տալիս է ոգեւից խմիչքներին, մյուսը չափից շատ է ուտում երկշաբաթյա կիսաքաղց, խնայողական կյանքից հետո, ոմանք էլ աշխատավարձ ստանալը շատ հուզական ձևով նշում են մարզադաշտում:

Հետազոտության հեղինակներից մեկը հանկարծակի «ոսկե անձրևի» ազդեցությունը մեղմելու համար առաջարկում է վերադառնալ XIX դարի սկզբի կարգին՝ օրավարձի սկզբունքին:



«Наука и жизнь», 2015, N 9.

Բայթիկ ծովի գերմանական Ռյուգեն կղզու Բերգեն քաղաքի եկեղեցիներից մեկի աշտարակի հյուսիսային կողմում կարելի է տեսնել զարմանալի ժամացույց. դրա թվահատակին առկա է թույլների 61 բաժանում՝ 60-ի փոխարեն:

Ավելորդ թույլն 11 և 12 թվանիշերի միջև է: 1983 թ. փոթորիկը խիստ վնասել էր ժամացույցը, և վերանորոգման ժամանակ սխալ էր թույլ տրվել, որը միանգամից չէին նկատել: Իսկ այժմ այդ սխալը կղզու տեսարժան վայրերից մեկն է:



ԲԺՇԿԱՊԵՏ, ՈՐ ՆԱԵՎ ՄԵԾ ՀՈԳՈՒ ՏԵՐ ԷՐ

ՀԱՅՏՆԻ ՀԱՅԵՐ



ՀՐԱՉՅԱ ԱՐՄԵՆՅԱՆ
(Հրաչյա Բաղյան)

Բանասիրական գիտությունների
թեկնածու

Բժիշկները մասնագիտության բերումով ունեն աշխարհի ամենամարդասիրական առաքելությունը, այն է՝ մարդուն պարզևե առողջություն և կյանք: Եղել են, կան ու կլինեն, սակայն, բժիշկներ, ովքեր առանձին անհատների բուժելուց բացի, նվիրվում են նաև ազգի վերքերը դարմանելուն: Այդպիսի բժիշկներից էր վիրաբույժ, պրոֆեսոր, Նյու Յորքի վիրաբույժների միջազգային քոլեջի դոկտոր Արամ-Ասատուր Ալթունյանը:

Ծնվել է 1857 թ. մարտի 21-ին Սեբաստիայում: 1881 թ. ավարտել է Թուրքիայի Այնթապ քաղաքի եռամյա բժշկական դպրոցը, 1884 թ. սովորել է Նյու Յորքի Կոլումբիայի քոլեջում: Աշխատել է Հայդելբերգի (Գերմանիա) հայտնի բժշկական կենտրոններում, ապա 6 ամիս՝ Բեռլինի Կոլսի մանրէաբանական լաբորատորիայում:

1887 թ. եկել է Կ. Պոլիս, ստացել Թուրքիայում գործելու արտոնագիր և աշխատել Այնթապի բժշկական դպրոցում: 1888-ին եղել է Վիեննայի և Լոնդոնի կլինիկաներում, 1889-ին հաստատվել է Հալեպում:

Ալթունյանը մեծ վաստակ ունի Սիրիայի և հատկապես Հալեպի առողջապահության զարգացման գործում: Հալեպը նրան է պարտական արդիական բժշկության հիմնավորման ու զարգացման համար. հետամնաց Օսմանյան կայսրության այս քաղաքում 19-րդ դարում տակավին իշխում էր միջնադարյան և հռոմեական բժշկական փորձը: Հալեպում հայազգի բժիշկն իր նոր ու գիտական բազմատեսակ մեթոդների շնորհիվ լիովին հեղաշրջում է այս բնագավառը: 1896-ին Հալեպում բացում է Մերձավոր Արևելքի առաջին ռենտգենյան կաբինետը, կատարում

ընդերադիտական հետազոտություններ. երկար տարիներ ռենտգենյան ճառագայթների կլինիկական լայն օգտագործման մեջ առաջատարն ինքն էր: 1911-ին դարձյալ Հալեպում հիմնադրում է Ալթունյան հիվանդանոցը (գործել է մինչև 1962-ը)՝ իր տեսակի մեջ աննախադեպ արդիական հիվանդանոց Մերձավոր Արևելքում, որ մոտ կես դար տարածաշրջանի բոլոր առողջապահական հաստատությունների շարքում պահեց առաջապահ դիրք՝ մրցելով նույնիսկ բժշկական համալսարանների ֆակուլտետների հետ: Ալթունյանի հիվանդանոցը ներդրում էր բովանդակ Մերձավոր Արևելքում, իսկ նրա լաբորատորիան ավելի քան 35 տարի Սիրիայում ամենակատարյալը լինելու համբավ ուներ. հիվանդանոցի անձնակազմը գրեթե ամբողջ-

ՀԱՅՏՆԻ ՀԱՅԵՐ

վին հայկական էր և այդպես էլ մնաց մինչև վերջ:

Մինչև իր փակման թվականը Ալթունյանի վիրահատարանը, անկասկած, մնում էր Սիրիայի լավագույն վիրաբուժական կենտրոնը: Ավելի քան կես դար Մերձավոր Արևելքում այդ վիրահատարանն իր տեսակի մեջ «վերջին խոսքն» էր. մարդիկ հեռուներից էին գալիս վիրահատվելու՝ Համայից, Դամասկոսից, Վանից, Էրզրումից, Բաղդադից, անգամ Կ. Պոլսից:

Բժշկապետը գիտակցում էր իր մասնագիտության կարևորությունը: Հիվանդանոցի ոչ մի անկյուն չէր վրիպում նրա ուշադրությունից. նաև հետևում էր պաշտոնյաների աշխատանքի ամեն մի մանրամասնության: Անձամբ էր հետամուտ լինում տրված հանձնարարությունների կատարմանը, ստուգում էր անգամ իր դեղարանից գնված դեղերը: Հիվանդանոց գալիս էր առավոտյան ժամը իննին: Առաջին գործը լինում էր բոլոր հիվանդներին այցելելը. հետո սկսում էր կլինիկայի գործը:

Յուրաքանչյուր հիվանդի նվազագույնը կես ժամ քննում էր. արդյունքները մանրամասն արձանագրվում էին: Ոչ մի հիվանդ կամ հիվանդություն երկրորդական չէր նրա համար. անվճար քննվողները վճարովիների չափ, եթե ոչ ավելի, մանրակրկիտ մեթոդական քննության էին ենթարկվում: Ալթունյանը իսկական հոգեբան էր. շատ լավ գիտեր ինչպես զարգացած, դիրքի ու ազդեցության տեր, այնպես էլ պարզ, հասարակ մարդկանց հետ վարվելու ձևերը: Հիվանդ-

դին քննելիս հաշվի էր առնում նրա անհատականությունը և հոգեվիճակը: Խոհեմ վարվելակերպի շնորհիվ՝ կարողանում էր մեծապես ներազդել հիվանդի հոգեվիճակի վրա. տրամադրել նրան՝ հաղթահարելու տկարությունը: Հիվանդները ոչ միայն վստահում, այլև պաշտում էին նրան: Ալթունյանը պարզ ու հասկանալի լեզվով հիվանդին



բացատրում էր այն ամենը, ինչը կարող էր օգտակար լինել նրան, սիրում էր բուժումն իրականացնելու եղանակը բացատրել կես առ կես՝ քննելով հիվանդի ուշադրությունը: Իր սուր հիշողությամբ, ինչպես նաև հիվանդի մասին վաղ անցյալում քաղված արձանագրություններից հիշատակություններն անելով՝ վստահություն էր ներշնչում նրան:

Ալթունյանի վերջին օգնական Օգյուստ Հովսեփյանը հիշում է, որ բժշկապետը մեծ «նատուրպատ»՝ բնաբույժ էր: Հիվանդ-

ների բուժման գործում ամուր հավատ ուներ բնության ուժերի նկատմամբ: Թեև դեղագրում էր, սակայն միաժամանակ ընդգծում էր բնության օրենքներին հնազանդվելու անհրաժեշտությունը: «Մեր դեղերը սատարում և ոչ թե բուժում են», - ասում էր նա: Կարևորում էր չափավոր ֆիզիկական վարժություններ անելը, հորդորում էր չափավորություն ամեն բանում. արգելում էր ինչպես շատ ուտելը, այնպես էլ կամավոր սննդագրկությունը:

Բժիշկ Ալթունյանը գիտեր, միջանձնային հարաբերություններում հեռավորություն պահելով, շրջապատին հարգել տալ իր ներկայությունը, մանավանդ արժանի գնահատանքի առարկա դարձնել իր մատուցած ծառայությունները: Աշխատանքի ժամանակ իր գործընկերների հետ, առանց բացառության, խստամբեր այդ մարդը ընկերային հավաքույթներում, սակայն, կատակում էր բոլորի

հետ: Իր հիվանդներին, որտեղ էլ հանդիպեր, ժպիտով ողջունում էր, երկու խոսք փոխանակում հետները, հետաքրքրվում առողջական վիճակով: Հիվանդանոցի դրվածքը պահանջում էր, որ անձնակազմը տքնաջան աշխատի: Տարին այսպես բոլորելուց հետո Ալթունյանի հիվանդանոցում ավանդություն էր դարձել՝ մի օր էլ ծառայողներին ծառայել. հիվանդանոցի ավագ պաշտոնյաները, բժիշկներն ու Ալթունյանը, ընտանյոք հանդերձ, սպասավորություն էին



անում դժնապանի ու հավաքարարի, խոհարարի ու բուժքրոջ պատվին տրված ճաշկերույթին: Ավանդական կերակուրը ոչխարի լիցքն էր. բացումը կատարում էր ինքը՝ ծերունագարդ բժիշկը:

1927-ին Ալթունյանը Հալեպում բացում է բուժքույրերի դպրոց:

Իր շրջապատի հետ բաղդատած՝ հայազգի բժշկի գործունեությունն անհամեմատ ավելի լայնածիր ու բարձրորակ էր: Նա կրում էր «Հալեպի բժիշկների հայր» պատվանունը, նրա հռչակը հասել էր Օսմանյան կայսրության ամենահեռավոր անկյունները, Անգլիայի բժշկական շրջանակներին՝ նույնիսկ ծանոթ էր նա՝ «Հալեպի Ալթունյան» անվամբ:

«Ալթունյանի բժշկական դաստիարակությունը, իր օրուան չափանիշով իսկ՝ շատ անկատար ըլլալով հանդերձ, ան կրցավ Մեծավոր Արևելքի բժշկական շարժումին անվիճելի ջահակիրը հանդիսանալ իր գործունեության ամբողջ տևողության յետագային եկող սերունդներ՝ որոնցմէ շատեր 19-րդ դարու առաջացած ֆակուլտետներէն շրջանաւարտ, երբեք չյաջողեցան այդ ջահը իր ձեռքէն խլել: Ալթունյանը

նեան մօտ եօթանասուն տարի, իր գիտութեամբ ու արուեստով կրցաւ չափուիլ ըլլայ տեղացի, ըլլայ եւրոպացի բոլոր արվեստակիցներու հետ ու միշտ ալ գերազանցել զանոնք: Այս կը պարտինք իր մէջ՝ ուշիմ քայլերով անընդհատ յառաջանալու և կատարելագործելու ձգտող մարդուն. անխոնջ սերտող մը եղած է ան ու մինչև կեանքին վերջը յարատև նորոգուող մը»,- նրա մասին գրել է Ռոբերտ Ջեքեջյանը «Հալեպի մեծանուն բժշկապետ Ա.Ա. Ալթունեան եւ իր գործը» գրքում¹

Ըստ բժիշկ-անզգայաբան, գրող Թորոս Թորանյանի՝ Ասատուր Ալթունյանն իր բժշկական գործունեության ընթացքում կատարել է շուրջ 100000 վիրահատություն:

1947-ին բժշկապետը տիկնոջ հետ վերջին անգամ Լոնդոնում մասնակցում է Վիրաբույժների միջազգային քոլեջի համագումարին:

¹ «Հալեպի մեծանուն բժշկապետ Ա.Ա. Ալթունեան եւ իր գործը» գրքից մեծապես օգտվել ենք այս ակնարկը գրելիս. բժշկապետի մասին խոսվում է նաև «Դար մը պատմութիւն Հայ բարեգործական ընդհանուր միութեան» (հատոր առաջին, 1906-1940, Գահիրէ - Փարիզ - Նիւ Եորք, 2006) և «Ով ով է, հայեր» կենսագրական հանրագիտարան (հատոր 1, Երևան, 2005) գրքերում:

մարին: Անգլիայի խոշորագույն «Սընդէյ թայմզ» օրաթերթն այդ առիթով տպագրում է մի հոդված՝ «Աշխարհի վիրաբույժները» խորագրով. հեղինակը՝ Գ. Գորդոն-Թեյլըր: Վերջինս համագումարին ներկա անոթային վիրաբուժության աշխարհահռչակ առաջատար մասնագետ Ռընե Լեոքիշի մասին մեծ դրվատանքով արտահայտվելուց հետո «Վիրաբուժության հսկաներ» շարքում առաջին տեղը տալիս է Հալեպի 93-ամյա մեծ վիրաբույժին՝ հիշատակելով դեռևս մի քանի տարի առաջ բարակ աղիքի վրա նրա կատարած բացառիկ վիրահատությունը:

Ալթունյանն անսահման նվիրված էր իր ազգին, հիրավի, նրա մեծ բարերարներից էր: Բարերարություն անելիս, սակայն, զուտ զգացական մղումով չէր առաջնորդվում: Լավ էր հասկանում, որ ազգին օգտակար լինելու համար միայն պատրաստակամությունը բավարար չէ, անհրաժեշտ է ունենալ նաև հասարակական դիրք, հեղինակություն և նյութական հնարավորություններ, սրանց հետ միասին՝ նաև անբասիր կեցվածք: Նա հանրօգուտ նպատակներ հետապնդող բարերար էր: Բարերարությունը,

ցորեն՝ սովամահ լինելուց փրկելով հարյուրավոր որբերի: Հալեպարնակ օտար անձնավորությունների հետ Ալթունյանների ունեցած սերտ հարաբերությունների շնորհիվ հնարավորություն ստեղծվեց Կարմիր խաչի միջազգային կոմիտեի միջոցով արտասահմանի հայ և օտար կազմակերպություններից նպաստներ ստանալ որբանոցի համար: Ալթունյանը որբանոցին օգնել է նաև այլ առիթներով. հատկապես նրա շնորհիվ հիշյալ հաստատության համար քաղաքում 10 այլ շենքեր են վարձվել: Պատերազմի ամբողջ ընթացքում որբանոցը վարելու գործին ծառայեց նաև բժշկի դուստրը՝ Նորան: Պատերազմի ավարտին այս հաստատության մեջ ապաստանած որբերի թիվը մոտավորապես 1500 էր, ըստ մեկ այլ աղբյուրի՝ ավելի քան 2000: Եթե մարդիկ սովոր էին որբանոցը կոչել վերապատվելի Շիրաձյանի անունով, ապա շատերն այն ճանաչում էին «Ալթունյան որբանոց» անվամբ: Ալթունյանին, շնորհիվ իր վայելած բացառիկ հեղինակության, նաև հաջողվում էր ստույգ մահից ազատել իր հայրենակիցներին:

1919 թ. հայրենասեր բժիշկը մաս է կազմում սիրահայ պատվիրակության ու մեկնում Փարիզ՝ հայկական պահանջների բավարարմանը հետամուտ լինելու: Պատերազմից հետո Ալթունյանը եռանդուն մասնակցություն ունեցավ գաղթականների տեղավորման գործին: 1921 թ. Կի-

լիկիայի հայ բնակչության վերջին խլակները ստիպված կրկին բռնեցին գաղթի ճամփան. նրանց առաջին կայանը եղավ Հալեպը: Իր տարագիր հայրենակիցներին սպառնացող համաճարակները կանխելու նպատակով բժշկապետն ինքը գլխավորեց հավաքական պետքարաններ կառուցելու աշխատանքը՝ այդ նպատակով հատկացնելով 100 ոսկի: Երկրորդ համաշխարհային պատերազմի ժամանակ «Սասունցի Դավիթ» գորասյան համար կազմակերպված հանգանակության ժամանակ նա գլխավորում էր նվիրատուների շարքը:

1923-ին մեծ հայորդին մասնակցել է Հայ Կարմիր խաչի հիմնադրմանը՝ հետագայում դառնալով նրա գործուն անդամը: Նա նաև Հայ բարեգործական ընդհանուր միության հավատավոր ու նվիրյալ անդամն էր: Բարեգործականի, ինչպես նաև Կարմիր խաչի և բոլոր հայ կրոնապետների ուղարկած հիվանդներին անվճար էր վիրահատում ու խնամում, որքան էլ դրանք ծախսատար լինին:

Ալթունյանն անձնական միջոցներով Հալեպում բացել է առաջին հայկական դպրոցը՝ հանրահայտ Հայկական վարժարանը: Նրա նվիրատվություններից, խորհուրդներից ու անձնական հեղինակությունից օգտվում էին նաև այլ կրթական հաստատություններ: Մեծանուն բժիշկն իր ներկայությամբ քաջալերում էր համազգային մշակութային կարևոր ձեռնարկները. 1924-ին Արշակ 2 Չոպանյանի գրական գործունեության 35-ամյակի առիթով Կինո-Պայթի սրահում կազմակերպված հանդիսության



վախճանվում է 1950 թ. հունվարի 4-ին Հալեպում. նրա մարմինն անփոփոխ է տեղի հայ ավետարանական էմանուել եկեղեցու բակում:

Բժշկի տիկինը՝ անգլուհի Լուիզա Ալթունյանը, 1968 թ. Հայաստան այցելելով, Գիտությունների ակադեմիայի գրադարանին է հանձնել ամուսնու անձնական իրերից մի քանիսը՝ բժշկական նյութեր, շքանշան, գրիչ, դրամապանակ և այլն, իսկ 1969-ին նույն հասցեով ուղարկել է բժիշկ Ալթունյանի մեծարժեք գրադարանը: Այդ ամենն այժմ պահվում է ակադեմիայի հիմնարար գիտական գրադարանում՝ բժիշկ Ալթունյանի ֆոնդում (ի դեպ, գրադարանում կա 28 անհատական ֆոնդ, որոնք նվիրատվության կարգով են ստացվել. գրադարանն ունի իր կայքէջը՝ <http://www.flib.sci.am>): Տիկին Ալթունյանը Հայաստան կատարած իր այցելության ժամանակ առիթ ունեցավ կապերն ամրապնդելու իր ամուսնու եղբորորդու՝ ճանաչված կոմպոզիտոր և խմբավար Թաթուլ Ալթունյանի ընտանիքի հետ:



վար Թաթուլ Ալթունյանի ընտանիքի հետ:

Հավարտ ակնարկի՝ Ռոբերտ Ջերեջյանի վերը հիշված գրքից մեջբերենք հայեպահայ ազգային գործիչ Սուրեն Կալենտերի պատմածը. «1946-ին գործով Պոլիս կը գտնուէի: Հալէպէն ըլլալս լսած ըլլալով, երիտասարդ հայ մը վարանտո՝ մօտեցավ ինձ խնդրանքով. կ' ուզէր իմանալ թէ կը ծանաչնայի՞ իր մեծ հօրեղբայրը՝ հռչակավոր բժ. Ալթունյանը: Երբ հասկցավ թէ լավ կը ճանչնայի, պարզեց իր մտահոգութիւնը: Շարք մը նամակներ ուղարկած էր, որոնք անպատասխան մնացած էին. կը խնդրէր որ հետաքրքրուիմ, պատճառը իմանամ. արդեօք ձեռքը չէ՞ր հասներ...: Հալէպ վերադարձիս ժամադրուեցայ բժիշկին հետ ու գացի իր մօտ՝ կացութեան մի կերպ տեղեկանալու: Բժիշկը ոչինչ չէր թաքցներ. ան տեղեակ էր անցողորմին ու անվարան ընդունեց թէ, այո՛. չէր պատասխանած իր վերջին նամակներուն ու ավելցուց. -Ան կը խնդրէ որ իրեն օգնեմ Ամերիկա մեկնելու. իսկ ես իրեն իմացուցած եմ որ այսուհետև հայուն համար երթալիք միակ տեղը Հայաստանն է... ակ ուրիշ ըսելիք չունիմ»:

ժամանակ գլխավոր զեկուցող Երվանդ Ջորյանից հետո ինքն էլ է ելույթ ունեցել: Համայնքի համար եկեղեցի կառուցելու գործին ևս բժիշկ Ալթունյանը նյութական աջակցություն է ցուցաբերել: Հեղինակ է բազում այլ բարեգործությունների:

Միտ 90 տարեկան հասակում նա մանկան հրճվանքով հետևում էր դեպի Հայրենիք սկսված ներգաղթի շարժմանը:

Հալեպի բժիշկների միության պատվո նախագահ, Իտալական գահի ասպետ, Սիրիական արքունյաց Բ, Ա և Գերագույն աստիճանի շքանշանակիր, Նյու Յորքի վիրաբույժների միջազգային քոլեջի ոսկե մեդալակիր Արամ-Ասատուր Ալթունյանը



Բուժօրհան անձնակազմը 1928-ին: Բժ. Ալթունյանի աջին՝ Օր. Լուիզա Կուան, ազգայ. Ֆիչ. Ալթունյան, և բուժակ Լուի. Կուանյան:

Ի Դ Ե Դ

Աշխարհում ներկայում կա շուրջ 850 միլիոն մարդատար ավտոմեքենա:



Չորս տրիլիոն հարյուր միլիարդ կադր վայրկյանում. այսպիսին է ձապոնացի մի խումբ ֆիզիկոսների ստեղծած գերարագ ֆոտոխցիկի ռեկորդը:



Քանի որ ձահձատենդի (մալարիա) մոծակը գերադասում է խայթել մարդուն, այլ ոչ թե կենդանիներին, ԱՄՆ-ում ստեղծել են «օծանելիք», որը կովերին մարդու հոտ է հաղորդում և մոծակներին շեղում մարդուց դեպի կովերը: Կովերը ձահձատենդով չեն հիվանդանում:



«Наука и жизнь», 2015, N 8.

Շվեդիայում կատարված ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ հանցավորության մակարդակը բարձր է ոչ միայն հասարակության աղքատ շերտերում, այլ նաև այն աղքատների երեխաների շրջանում, որոնք հարստացել են մինչև զավակների ծնվելը:



Ինչպես ցույց են տվել բրազիլիացի ֆիզիոլոգները, թեև տղամարդկանց և կանանց ուղեղի հոտառական մասերի մեծությունը նույնն է, գեղեցիկ սեռի ներկայացուցիչների այդ մասերում նեյրոնների թիվը 50 %-ով ավելի է: Սա է պատճառը, որ կանանց հոտառությունն ավելի սուր է:



Սառցադաշտերի հալման հետևանքով Իսլանդիան երկ-

րակեղևից բարձրանում է տարեկան շուրջ 3 սանտիմետր, և բարձրացման արագությունն անընդհատ մեծանում է:



Ամեն տարի աշխարհում ձանապարհատրանսպորտային պատահարներում զոհվում է 1,24 միլիոն մարդ: Այդ պատահարների 90 %-ը տեղի է ունենում վարորդների սխալների հետևանքով:



Աստղագետների միջազգային խումբը՝ ուսումնասիրելով 58 գերնոր աստղեր, հանգել է եզրակացության, որ անգամ եթե վերջին 9 միլիարդ տարիների ընթացքում գրավիտացիոն հաստատունը փոփոխվել է, ապա ոչ ավելի, քան մեկ տասնմիլիոներորդական տոկոսով:





Անտարկտիդայում ընկած երկրաքարերում հայտնաբերվել է քրոմից և ազոտից բաղկացած նոր նյութ: Հետազոտությունները ֆինանսավորած գարեջուր արտադրող դանիական ընկերության պատվին այն անվանվել է կառլսբերգիտ: Կառլսբերգիտի բյուրեղներն առաջացել են շատ բարձր ջերմաստիճանում՝ ամոնիակի ներկայությամբ:



Ժամանակակից գիտությունը, որպես կանոն, ստեղծում են ոչ թե առանձին հանձարները, այլ գիտական կոլեկտիվները, երբեմն՝ շատ մեծ: Համահեղինակների «ռեկորդային թիվը» պատկանում է վերջերս «Nature» անգլիական գիտական հանդեսում հրատարակված հոդվածին՝ ֆիզիկայի ոլորտից: Տարրական մասնիկների՝ մեզոնների տրոհման անսովոր դեպքի մասին հայտնում է ավելի քան 3.000 մարդուց բաղկացած գիտնականների մի խումբ: Մակայն ռեկորդը երկար չպահպանվեց՝ 5145 ֆիզիկոս, որոնք փորձել են չափել Հիգսի բոզոնի զանգվածը, այդ մասին հոդված են տպել «Physical Review Letters» հանդեսում: Կենսաբանության ոլորտի ռեկորդը շատ ավելի համեստ է՝ դրոզոֆիլի (պտղաձանձ) գենոմի մասին հոդվածն ունի «ընդամենը» 1014 հեղինակ:



Աշխարհի միայն 3 երկիր չեն ընդունել չափերի մետրական համակարգը՝ ԱՄՆ-ն, Լիբանանը և Մյանման: Մակայն վերջինս պատրաստվում է ընդունել այն:

«Наука и жизнь», 2015, N 9.



Օրգանիզմում թոքախտի ցույցի ունեցող մարդկանց միայն 10 %-ն է հիվանդանում թոքախտով:



Մարդու ուղեղը 78 %-ով բաղկացած է ջրից ու 10 %-ով՝ ձարներից: Մնացածը սպիտակուցներ են:



Աշխարհում շուրջ 10 միլիոն գիտաշխատող կա:



Վերլուծելով «Չանդրա» տիեզերական աստղադիտակի տվյալները՝ իտալացի աստղագետները հայտնաբերել են գալակտիկաների ամենամեծ կուտակումը, որի հեռավորությունը մեզնից 9,6 միլիարդ լուսատարի է, իսկ դրա զանգվածը 400 տրիլիոն անգամ մեծ է Արեգակի զանգվածից:



Անգլիայի կառավարությունը քվանտային մեխանիկայի վրա հիմնված տեխնոլոգիաների (քվանտային համակարգիչներ, ատոմային ժամացույց, քվանտային ծածկագրում և այլն) զարգացման համար տրամադրել է 120 միլիոն ֆունտ ստեռլինգ:



Ներկայում Գերմանիայում օգտագործվում է ավելի քան 20 հազար էլեկտրամոբիլ, և ըստ կանխատեսումների՝ հետագա 5 տարիների ընթացքում դրանց թիվը կավելանա 5 անգամ:



Ամերիկացի ազգաբան Թոմաս Թալիելմի տվյալներով՝ Չինաստանի այն շրջաններում, որտեղ մշակվում է բրինձ, ընտանիքներն ավելի ամուր են, քան այնտեղ, որտեղ գերակշռում է ցորենի մշակումը:



Ըստ ապագայագետների (ֆուտուրոլոգ) կանխատեսման՝ մինչև 2050 թ. աշխարհում կկառուցվեն 25 միլիոն կիլոմետր նոր ավտոճանապարհներ:



Մթնոլորտի աղտոտման պատճառով հողին հասնում է ավելի քիչ արևային տաքություն, արդյունքում ավելի քիչ ջուր է գոլորշիանում, և գետերի ջրհոսքի ծավալն աճում է: Ինչպես ցույց են տվել ֆրանսիացի կլիմայաբանները, այդ երևույթի հետևանքով XX դարի վերջում Դանուբը ծով է հասցրել 11 %-ով, իսկ Էլբան՝ 25 %-ով ավելի ջուր:



Համացանցի բովանդակության 80 %-ը գրված է աշխարհի ընդամենը 10 լեզուներով:



Մեր գալակտիկայի սահմաններից հեռանալու համար անհրաժեշտ արագությունը 550 կմ/վ է:



Իռլանդիայում յուրաքանչյուր առանձնատանը և մեծ շենքերի առանձին բնակարաններին տրվել են փոստային յոթանիշ ցուցիչներ: Հասցեներ գրելը հեշտացել է. կարելի է չնշել քաղաքը, փողոցը, շենքը և բնակարանը:



Աշխարհի արդյունաբերական շրջանների 25 %-ն աշխատում է Չինաստանում:



Մթության ընտելանալու ընթացքում աչքի զգայունությունը կես ժամում աճում է 10 հազար անգամ:



Ըստ վերջին գնահատման՝ տիեզերքի տարիքը 13,798 միլիարդ տարի է:



ԱՄՆ Երկրաբանական ծառայության տվյալներով՝ նավթի և գազի՝ դեռևս չբացահայտված բոլոր պաշարների մեկ քառորդը թաքնված է Արկտիկայի ջրերի տակ:



Աշխարհի ամենալայն փողոցը Արգենտինայի մայրաքաղաք Բուենոս Այրեսում է: Արգենտինայի



անկախության օրվա պատվին անվանված Հուլիսի 9-ի պողոտայի լայնությունը որոշ տեղերում 140 մետր է և երթևեկության յուրաքանչյուր ուղղությամբ ունի 10 գիծ:



Յուրաքանչյուր բոպե համացանցում հայտնվում է 8 նոր օգտատեր:



Երկարատև թռիչքի ժամանակ ուղևորներին մատուցվող աղցանում «American Airlines» ավիաընկերությունը, մեկով կրճատելով ձիթապտղի քանակը, տնտեսում է տարեկան 40 հազար դոլար:

Յուրաքանչյուր օր Դանուբը Սև ծով է թափում 4,2 տոննա պլաստմասե թափոն:

ԱՍՏՂԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԵՎ ԲԱՐՁՐ ԷՆԵՐԳԻԱՆԵՐԻ ԳԱՄՄԱ-ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ



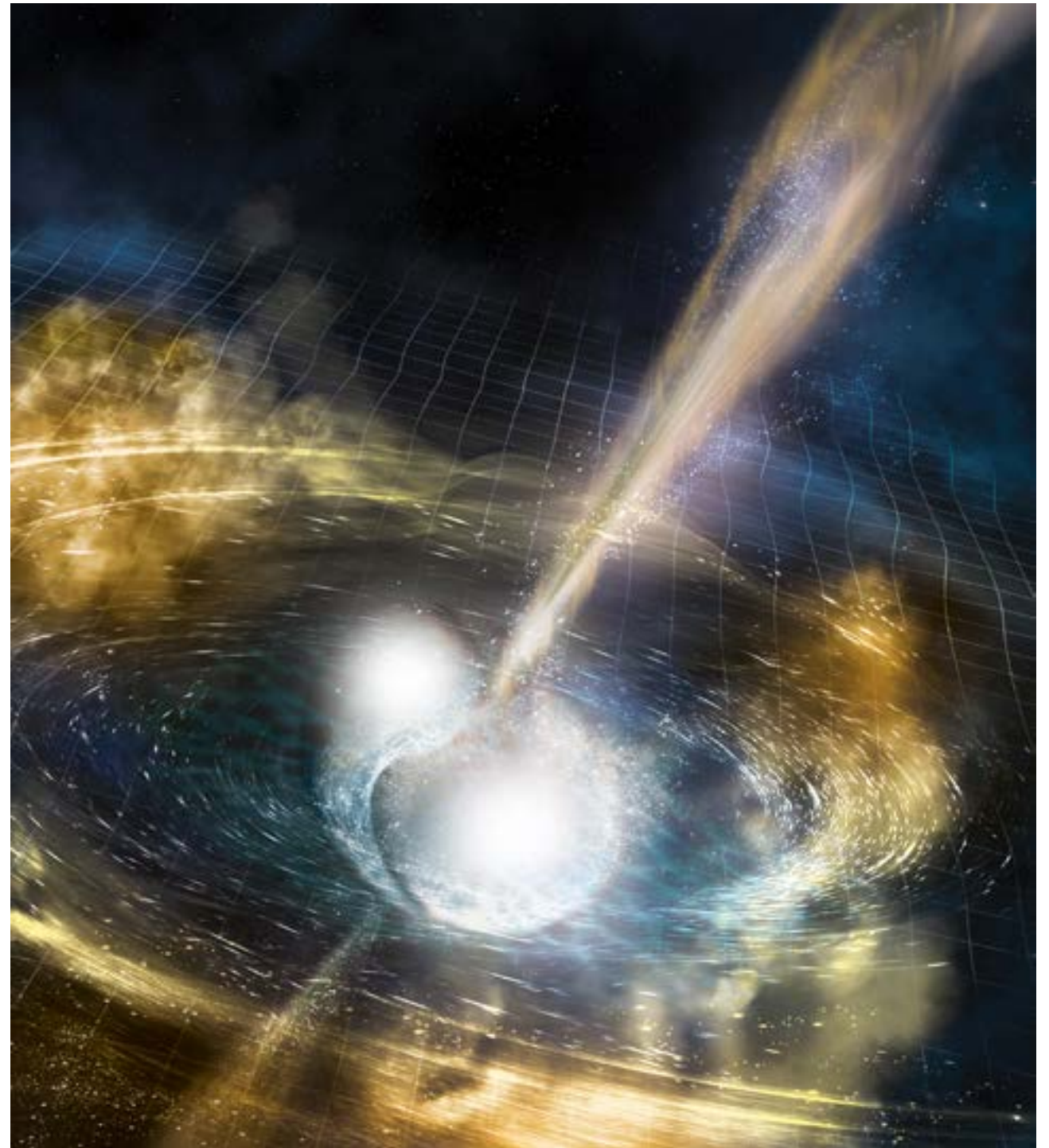
ՆԱՐԵԿ ԱՎԱԿՅԱՆ

Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, ՀՀ ԳԱԱ ԻԿԻՄԵՏ կենտրոն միջազգային կազմակերպության տնօրեն

Ժամանակակից ֆիզիկայում իրականացվող հիմնարար փորձարարական հետազոտությունները հիմնականում նվիրված են բարձր էներգիաների և տարրական մասնիկների ֆիզիկային, ինչպես նաև աստղաֆիզիկային: Եթե առաջին դեպքում ուսումնասիրվում են միկրոսկոպական մակարդակում տեղի ունեցող երևույթները, ապա երկրորդն ուղղված է մակրոհամակարգերի՝ տիեզերքի, տիեզերական աղբյուրների և դրանցում տեղի ունեցող ֆիզիկական երևույթների ու օրինաչափությունների բացահայտմանը: Նշված երկու բնագավառների գիտափորձերի քանակի համեմատությունը

ցույց է տալիս, որ վերջին քսան տարիների ընթացքում ավելի ու ավելի շատ գիտափորձեր են նախագծվում ու իրականացվում հատկապես աստղաֆիզիկայի բնագավառում: Մեծ մասշտաբի գիտափորձերի քանակի այդպիսի ուղղվածությունը պայմանավորված է նրանով, որ նախ, ի տարբերություն բարձր էներգիաների և տարրական մասնիկների ֆիզիկայի, աստղաֆիզիկայի գիտափորձերը պահանջում են համեմատաբար փոքր ֆինանսական ներդրումներ և գիտական ու ինժեներատեխնիկական ներուժ: Եվ երկրորդը՝ գիտատեխնիկական զարգացման արդի մակարդակը հնարավորություն է տալիս ապահովելու փորձա-

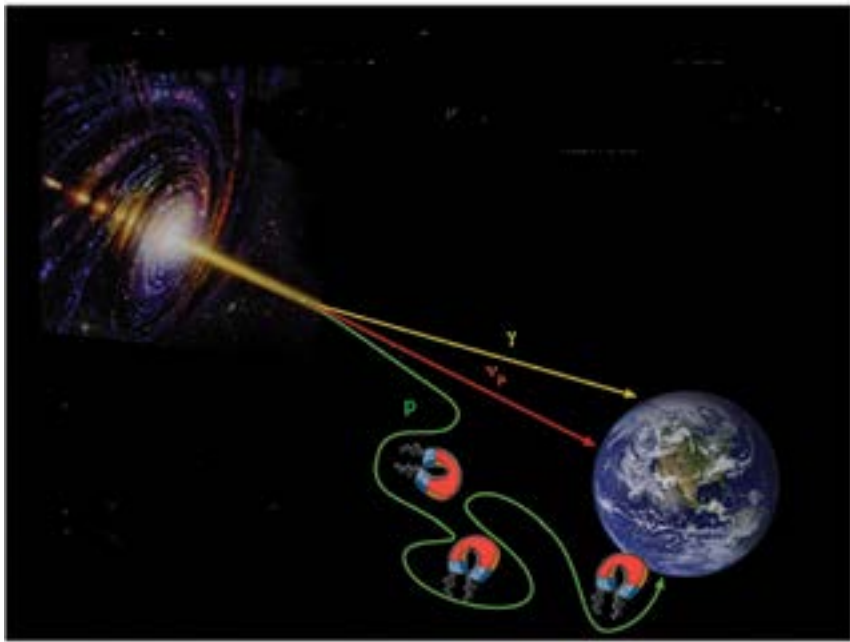
րարական աստղաֆիզիկական հետազոտությունների որակական նոր բովանդակություն, այն է՝ փորձարարական տվյալներն իրենց ճշգրտության ու հուսալիության աստիճանով, ինչպես նաև նշանակությամբ ու կարևորությամբ ընդհուպ մոտեցել են բարձր էներգիաների և տարրական մասնիկների ֆիզիկայի բնագավառի փորձարարական տվյալներին: Այդ ամենի արդյունքում ձևավորվել և արդեն բուռն զարգանում է ֆիզիկայի մի նոր բնագավառ՝ աստղամասնիկային ֆիզիկան, որը ներառում է բարձր էներգիաների և տարրական մասնիկների ֆիզիկան, բարձր էներգիաների աստղաֆիզիկան, ինչպես նաև տիեզերա-



բանությունը (կոսմոլոգիա): Այս բնագավառում իրականացվող հետազոտություններն ուղղված են ժամանակակից ֆիզիկայի այնպիսի հիմնահարցերի լուծմանը, ինչպիսիք են տիեզերքի կառուցվածքն ու զարգացումը, տիեզերական ճառագայթների ծագումը, արագացումը և տա-

րածումը տիեզերքում, աստղաֆիզիկական աղբյուրներում մասնիկների արագացումը և ճառագայթումը, բարձր էներգիաների նեյտրինոների առաջացման և գրանցման հնարավորությունները, գրավիտացիոն ալիքների առաջացումը, մույթ նյութի բնույթը և գրանցման հնարավորույթ-

յունները, մույթ էներգիան և այլն: Միևնույն ժամանակ փորձարարական աստղամասնիկային ֆիզիկայում առանձնանում են շատ արագ զարգացող ուղղություններ՝ դիտողական ռենտգենյան և բարձր էներգիաների գամմա-աստղաֆիզիկան՝ տիեզերքի ուսումնասիրությունը գամ-



Նկար 1. Տիեզերքի ոչ ջերմային բնութագրիչներ

մա-ճառագայթման օգնությամբ: Եվ հենց այդ ուղղությունների փորձարարական տվյալներն աստղաֆիզիկայի բնագավառի երևութաբանական մոդելների և տեսությունների հիմքն են:

Մեծ հեռավորությամբ աղբյուրներում տեղի ունեցող ֆիզիկական պրոցեսները կարելի է ուսումնասիրել՝ գրանցելով դրանց արդյունքում առաջացած լիցքավորված (էլեկտրոն և պրոտոն) և չեզոք (ֆոտոն, նեյտրինո) մասնիկները (նկ. 1): Լիցքավորված մասնիկները, մինչև մեզ հասնելը, փոխազդում են արտագալակտիկական և գալակտիկական էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի հետ, որի հետևանքով դրանց հետագծերը ենթարկվում են փոփոխությունների: Հետևաբար, եթե նույնիսկ կարողանանք գրանցել այդ մասնիկները, չենք կարող պարզել դրանց առաջացման աղբյուրները (օրինակ՝ նկ. 1-ում սխեմատիկորեն պատկերված է պրոտոնների դեպքը): Սակայն

եթե դիտարկենք չեզոք մասնիկներ (ֆոտոն, նեյտրինո), որոնք չեն փոխազդում էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի հետ, ապա դրանց հետագծերը փոփոխության չեն ենթարկվում, հետևաբար՝ դրանք ցույց են տալիս այն աղբյուրները, որտեղ առաջացել են: Ուստի, գրանցելով այս մասնիկները՝ կարելի է գաղափար կազմել մեծ հեռավորությամբ աղբյուրներում տեղի ունեցող պրոցեսների մասին: Այդ պատճառով ֆոտոնները և նեյտրինոները կոչվում են տիեզերքի ոչ ջերմային բնութագրիչներ կամ նկարագրիչներ:

Ֆոտոնների և նեյտրինոների տարբեր հատկությունների շնորհիվ դրանց գրանցման համար օգտագործվում են տարբեր եղանակներ: Նեյտրինոները թույլ փոխազդող մասնիկներ են, ուստի դրանց գրանցման համար անհրաժեշտ է օգտագործել մեծ չափերի դիտակներ. օրինակ՝ նեյտրինոների «IceCube» դիտակը, որը տե-

ղադրված է հարավային կիսագնդում, ունի մոտավորապես 1 կմ³ ծավալ: Ի տարբերություն նեյտրինոների, ֆոտոնները կարելի է գրանցել Երկրի մակերևույթի կամ արբանյակային կայանների վրա տեղադրված դիտակների միջոցով:

Աստղամասնիկային ֆիզիկայի վերջին տարիների զարգացումը ցույց է տալիս, որ առանձնահատուկ դեր ունի աստղաֆիզիկական աղբյուրների բազմալիքային ուսումնասիրությունը, այսինքն՝ մինչև աստղաֆիզիկական աղբյուրի՝ տարբեր ալիքային տիրույթներում դիտումները և ընդհանուր փորձարարական տվյալների վերլուծությունն ու մեկնաբանությունը: Ուսումնասիրվող երկնային աղբյուրների ճառագայթումն ընդգրկում է 10²⁰ Հց լայնությամբ հաճախային տիրույթ՝ ռադիոալիքներից (10⁷ Հց) մինչև գերբարձր էներգիաների (ԳԲԷ) գամմա-տիրույթ (10²⁷ Հց): Սա հնարավորություն է ընձեռում փորձարկելու ոչ միայն հայտնի տեսական մոդելները, այլ նաև առաջարկելու և փորձարարական տվյալներով ստուգելու նոր տեսություններ:

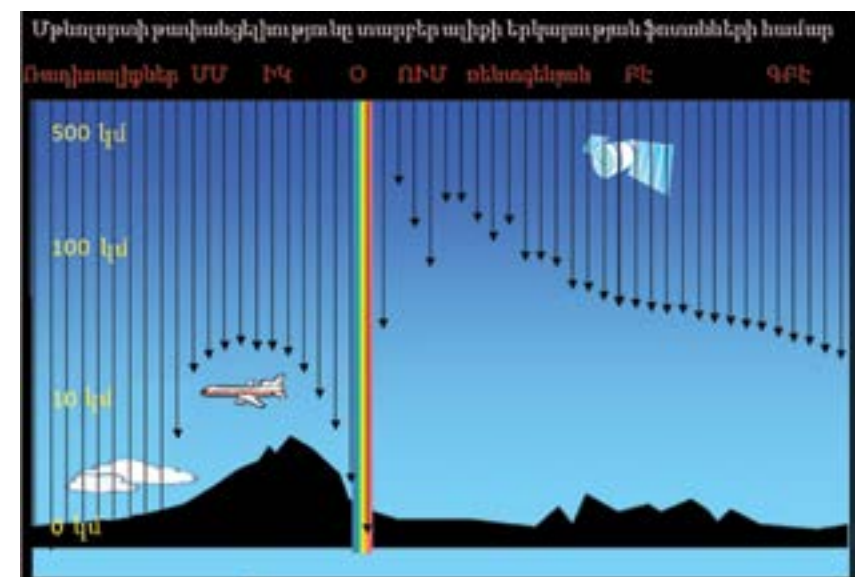
Նկ. 2-ում պատկերված են տարբեր էներգիաներով ֆոտոնների գրանցման եղանակներ: Փոքր էներգիաներով ֆոտոնները (ռադիո, օպտիկական) չեն կլանվում մթնոլորտում, և գրանցվում են Երկրի մակերևույթին տեղադրված դիտակների միջոցով: Էներգիայի աճին զուգահեռ, ռենտգենյան և բարձր էներգիաների (ԲԷ) գամմա-տիրույթներում, ֆոտոններն սկսում են կլանվել մթնոլոր-

տում՝ ուստի դրանք գրանցող դիտակներն անհրաժեշտ է տեղադրել արբանյակային կայանների վրա, որոնք պտտվում են մթնոլորտի խիտ շերտից դուրս: Սա ֆոտոնների գրանցման ուղիղ եղանակն է, որը կիրառելի է մինչև 300ԳԷՎ (գիգաէլեկտրոնվոլտ) էներգիայով ֆոտոնների դեպքում: Քանի որ արբանյակային կայանների վրա տեղակայված դիտակների գրանցման մակերեսը սահմանափակ է, իսկ ֆոտոնների հոսքն էներգիայից կախված նվազում է աստիճանային օրենքով (F~E^{-α}), ապա այս մեթոդը կիրառելի չէ ԳԲԷ-ով ֆոտոններ գրանցելու համար: Օրինակ՝ ԲԷ գամմա-տիրույթում գործող ժամանակակից ամենախոշոր «Fermi LAT» (Fermi Large Area Telescope) դիտակով Խեցգետնաձև միգամածությունից 1ՏԷՎ (տերաէլեկտրոնվոլտ) էներգիայով ֆոտոն գրանցելու համար անհրաժեշտ է մոտավորապես մեկ տարի: Այդ պատճառով 100 ԳԷՎ-ից բարձր էներգիական տիրույթում ֆո-

տոնների գրանցման համար օգտագործվում է անուղղակի եղանակ. ֆոտոնները, ներթափանցելով մթնոլորտ, առաջացնում են լիցքավորված երկրորդային մասնիկներ, որոնք կարող են ճառագայթել (չերենկովյան ճառագայթում, եթե, իհարկե, մասնիկների արագությունները գերազանցում են լույսի արագությունը մթնոլորտում): Գրանցելով այդ ճառագայթումը՝ կարելի է վերականգնել սկզբնական ֆոտոնը բնութագրող բոլոր անհրաժեշտ պարամետրերը, մասնավորապես՝ էներգիան, տարածման ուղղությունը և այլն: Այս մեթոդը կոչվում է պատկերային մթնոլորտային չերենկովյան եղանակ, և քանի որ դիտակները տեղադրվում են Երկրի մակերևույթին, կարելի է ապահովել գրանցման մեծ արդյունարար մակերես: Այս եղանակը բուռն զարգացում է ապրել վերջին 20 տարիների ընթացքում: Այժմ գործող դիտակներից են «High Energy Stereoscopic System

(HESS)», «Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov (MAGIC)» և «Very Energetic Radiation Imaging Telescope Array System (VERITAS)»: Ներկայում կառուցվում է «Cherenkov Telescope Array (CTA)» դիտակների համակարգը, որը գրանցելու է ֆոտոններ 20-30ԳԷՎ-ից մինչև 100ՏԷՎ էներգիական տիրույթում:

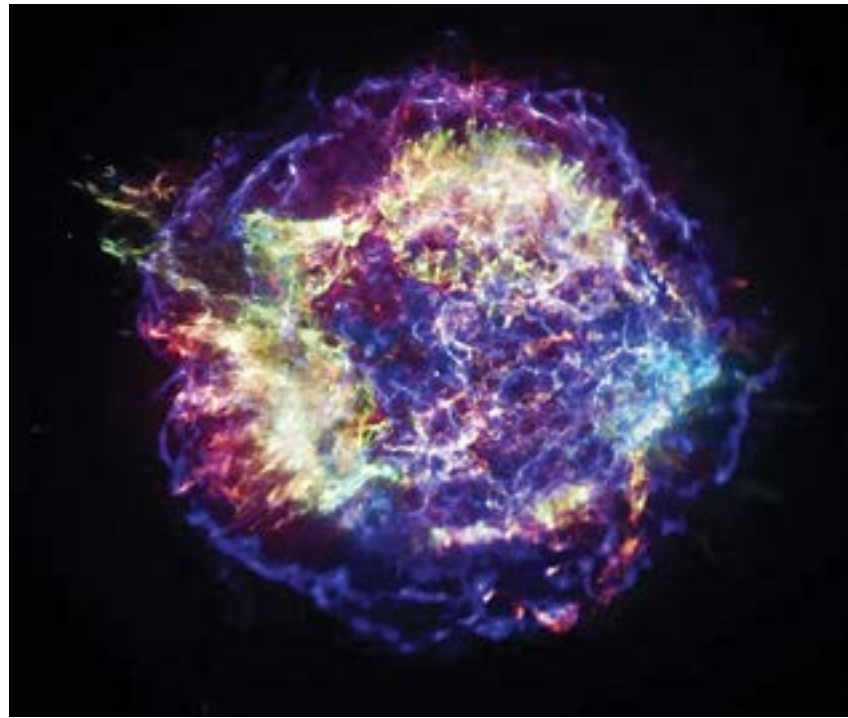
Աստղաֆիզիկական աղբյուրների ռենտգենյան և ԲԷ գամմա-տիրույթներում ճառագայթման մեխանիզմների ուսումնասիրությունը ժամանակակից աստղաֆիզիկայի ամենաարդիական խնդիրներից է, քանի որ այն հնարավորություն է տալիս հետազոտելու մասնիկների արագացման և ճառագայթման մեխանիզմներն ամենաարտակարգ ռեժիմներում: Այժմ ռենտգենյան տիրույթում գործում են «Nuclear Spectroscopic Telescope Array (NuSTAR)», «Swift XRT/BAT», «Chandra», «XMM-Newton» դիտակները, որոնց աշխատանքի սկզբունքը հիմնված է ռենտգենյան ճառագայթների կիզակետման վրա (օրինակ՝ հայելիների միջոցով): Այդ պատճառով դրանց չափերը որոշ դեպքերում բավական մեծ են. օրինակ՝ «Chandra» դիտակի գծային չափերը մոտավորապես 10 մ-ի կարգի են: Այժմյան դիտակներով կարելի է գրանցել ռենտգենյան տիրույթի ֆոտոններ 0,1 - 70 կԷՎ էներգիական տիրույթում, իսկ դրանց յուրահատուկ անկյունային լուծունակության շնորհիվ կարելի է ուսումնասիրել նաև տարբեր աղբյուրների ներքին կառուցվածքը: ԲԷ գամմա-տիրույթում գործող միակ



Նկար 2. Մթնոլորտի թափանցելիությունը տարբեր էներգիաներով ֆոտոնների համար

արբանյակային դիտակը «Fermi LAT»-ն է: 100 ՄէՎ-ից 300 ԳէՎ, էներգիական տիրույթի ֆոտոնները, մտնելով դիտակ, փոխազդում են՝ առաջացնելով էլեկտրոն-պոզիտրոն զույգեր, որոնք գրանցվում են կալորաչափի միջոցով: Այս դիտակը գրանցում է ամբողջ երկինքն ամեն 3 ժամը մեկ և ավելի քան 9 տարի անընդհատ աշխատանքային ռեժիմում է:

Ռենտգենյան և ԲԷ գամմա-տիրույթներում գործող դիտակների վերջին տարիների արդիականացման շնորհիվ ուսումնասիրվում են ինչպես գալակտիկական, այնպես էլ արտագալակտիկական աղբյուրներում տեղի ունեցող ֆիզիկական պրոցեսներ: Այն ներառում է գալակտիկական աղբյուրներից գերնորերի մնացորդները, բաբախիչային քամու միգամածությունները, կրկնակի համակարգերը, բաբախիչները, և արտագալակտիկական աղբյուրներից տարբեր դասերի Ակտիվ գալակտիկական միջուկները (ԱԳՄ), գամմա-բռնկումները և այլն: Գալակտիկական աղբյուրներում տեղի ունեցող պրոցեսների հետազոտությունը միշտ եղել է ԲԷ աստղաֆիզիկայի արդիական խնդիրներից մեկը, քանի որ սկզբում դիտակների զգայնությունը հնարավորություն էր տալիս գրանցելու միայն այդ աղբյուրները, և ռադիո- ու օպտիկական տիրույթների դիտակներով դրանց կառուցվածքը ինչ-որ չափով հայտնի էր: Գալակտիկական աղբյուրների ուսումնասիրություններից վերջերս ստացված են հետևյալ արդյունքները:



Նկար 3. Կասիոպեա Ա գերնորի մնացորդի՝ տարբեր ալիքային տիրույթներում ուսումնասիրության տվյալների համադրումը

Գերնորի մնացորդ: Գերնորերն առաջանում են աստղերի էվոլյուցիայի վերջին փուլում, երբ աստղի ամբողջ զանգվածը պայթյունի հետևանքով արտանետվում է: Գերնորի էներգիայի մեծ մասը (99%) արտանետվում է նեյտրինոների տեսքով, իսկ մնացած մասը փոխարկվում է կինետիկ էներգիայի, որն արագացնում է աստղային նյութը միջաստղային տարածության մեջ մինչև գերձայնային արագություն՝ այն սեղմելով և «տաքացնելով»: Այդ տարածվող նյութն անվանում են գերնորի մնացորդ: Նկ. 3-ում պատկերված է Կասիոպեա Ա (հեռավորությունը 3,4 կպս) գերնորի մնացորդի՝ տարբեր ալիքային տիրույթներում ուսումնասիրությունների համադրումը: Գերնորերի կինետիկ էներգիան կարող է հասնել մինչև 10^{51} էրգի, հետևաբար՝ դրանք գալակտիկական

ամենահզոր աղբյուրներից են, ինչպես նաև գալակտիկական տիեզերական ճառագայթների (մինչև 10^{15} էՎ էներգիայով պրոտոններ) սկզբնաղբյուր են: ԳԲԷ գամմա-տիրույթում մինչև այժմ գրանցվել են 25-ից ավել գերնորերի մնացորդներ, որոնցից ամենահետաքրքիրը «RX J1713.7-3946» է: Այս աղբյուրի ուսումնասիրության արդյունքում առաջին անգամ գրանցվել է հարվածային ալիք (մեծ արագությամբ շարժվող նյութի առջևի ճակատը) ՏէՎ տիրույթում, իսկ ֆոտոնների առավելագույն էներգիան եղել է շուրջ 100 ՏէՎ: Ամենայն հավանականությամբ, ռենտգենյան և ԲԷ գամմա-տիրույթներում ճառագայթումն առաջանում է գերնորի մնացորդում արագացված պրոտոնների փոխազդեցությունից, չնայած չի կարելի բացառել նաև էլեկտրոնների հնարա-

վոր ազդեցությունը: Մինչ այժմ միայն «IC 443» և «W44» գերնորերի մնացորդների դեպքում է հնարավոր միարժեք պնդել, որ բարձր էներգիաների գամմա-տիրույթում գրանցված ճառագայթումը պայմանավորված է պրոտոններով, որն ուղղակիորեն ապացուցում է, որ գերնորերի մնացորդները տիեզերական ճառագայթումների գալակտիկական բաղադրիչի սկզբնաղբյուրն են:

Բաբախիչային քամու միգամածություններ: Բաբախիչը (պուլսար) շատ խիտ և արագ պտտվող նեյտրոնային աստղ է՝ ուժեղ մագնիսական դաշտով և ունի պտտման փոքր պարբերություն, որի պատճառով ճառագայթումների միջև կան հստակ, միլիվայրկյանից մինչև մի քանի վայրկյան կարգի տևողությամբ ընդմիջումներ (բաբախող ճառագայթում): Բաբախիչներն առաջացնում են լիցքավորված ռեյստիվիստիկական արագություններով մասնիկների «քամիներ», և դրանց շուրջը ձևավորվում են միգամածություններ: Վերջիններն էլեկտրամագնիսական ճառագայթման աղբյուրներ են և գերնորերի մնացորդների հետ տիեզերքում ամենաէներգիական գալակտիկական աղբյուրներն են:

Բաբախիչային քամու միգամածությունների դասին պատկանող ամենահետաքրքիր աղբյուրը Խեցգետնաձև միգամածությունն է (Նկ. 4), որն առաջացել է գերնորի պայթյունից (գրանցված 1504թ.): Միգամածության կենտրոնում 28-30 կմ տրամագծով բաբախիչն է, որը մեկ վայրկյանում կատարում է

շուրջ 30 պտույտ: Խեցգետնաձև միգամածությունը 30 կէՎ-ից բարձր էներգիական տիրույթում երկնքի ամենափայլուն և կայուն աղբյուրն է, որի ճառագայթման սպեկտրն ընդգրկում է 10^{-8} էՎ-ից մինչև 10 ՏէՎ տիրույթը: Այս միգամածությունն ամենաշատ հետազոտված աղբյուրն է, որի հոսքը ռենտգենյան և բարձր էներգիաների գամմա-տիրույթում օգտագործվում է որպես չափման միավոր: Սակայն 2009 և 2010 թթ. «Fermi LAT» և «AGILE» դիտակները ԲԷ գամմա-տիրույթում գրանցեցին մի քանի օրվա տևողությամբ հոսքի կտրուկ ուժեղացումներ, որոնք անսպասելի էին և չէին կարող բացատրվել բաբախիչային քամու միգամածությունների ընդհանուր տեսության շրջանակներում:

Կրկնակի համակարգեր: ԲԷ գամմա-տիրույթի դիտակների արդիականացման շնորհիվ հնարավոր եղավ գրանցել գամ-

մա-ճառագայթում աստղերի կրկնակի համակարգերից (գամմա-ճառագայթների կրկնակի համակարգ), որոնք կազմված են ամփոփ (կոմպակտ) աստղից (սև խոռոչ, նեյտրոնային աստղ և այլն) և մեծ զանգվածով աստղից: Գամմա-ճառագայթում գրանցվել է նաև միկրոբլազարներից («Cygnus X1», «Cygnus X3»), «Eta Carinae» մեծ զանգվածով կրկնակի համակարգից և գալակտիկական նոր, պայծառ աստղերից՝ «Novae»-ներից: Կրկնակի համակարգերից ԲԷ ճառագայթման գրանցումը հնարավորություն է տալիս ոչ միայն հետազոտելու մասնիկների արագացման և ճառագայթման պրոցեսները տարբեր միջավայրերում, այլև չափելու աստղերի պտտման պարբերությունը, ուղեծրի շառավիղը, զանգվածը և այլն: Կրկնակի համակարգերը միշտ դիտարկվել են որպես ԲԷ



Նկար 4. Խեցգետնաձև միգամածության՝ տարբեր էներգիական տիրույթներում ուսումնասիրությունների արդյունքները

գամնա-ճառագայթման աղբյուր՝ չնայած սպասվում էր, որ այդ ճառագայթումը կարող է կլանվել՝ փոխազդելով այդ համակարգերում առկա օպտիկական ֆոտոնների հետ: Սակայն 2005 և 2006 թթ. «MAGIC» և «HESS» դիտակները գրանցեցին ԳԲԷ գամնա-ճառագայթում «LS I +61 303» և «LS 5039» կրկնակի համակարգերից, որն ապացուցում է, որ կրկնակի համակարգերում տեղի է ունենում մասնիկների արագացում մինչև ՏԷՎ էներգիաներ: Հետագայում «Fermi LAT» և «AGILE» դիտակները գրանցել են ԲԷ գամնա-ճառագայթում «Cygnus X3» միկրոքվազարից, ընդ որում հետաքրքիր է, որ գամնա-ճառագայթման փոփոխության պարբերությունը (4,8 ժամ) համընկնում է «Cygnus X3»-ում աստղերի ուղեծրային պտտման պարբերության հետ: Սա ցույց է տալիս, որ ճառագայթումն առաջանում է կրկնակի համակարգի ներսում, և դրա միջոցով կարելի է անուղղակիորեն հետազոտել կրկնակի համակարգի ներքին ֆիզիկական բնութագրերը:

Տարբեր դասերի գալակտիկական աղբյուրների ուսումնասիրությունը հնարավորություն է տալիս հասկանալու տիեզերքի տեղային կառուցվածքը, մինչդեռ դրա առաջացումն ու զարգացումը նկարագրում են հեռավոր արտագալակտիկական աղբյուրները: Դիտակների արդիականացման շնորհիվ արտագալակտիկական և գալակտիկական աղբյուրներում ընթացող պրոցեսները կարելի է հետազոտել համարյա նույն ճշգրտությամբ: Նշենք արտա-

գալակտիկական աղբյուրների ուսումնասիրությունների մի քանի հետաքրքիր տվյալներ:

Գամնա-բոնկումներ: Գամնա-բոնկումներ հայտնագործվել են 1967թ., պատահակապես օգտագործելով «Վելա» ռազմական արբանյակը: Դրանք հեռու գալակտիկաներում տեղի ունեցող մեծ էներգիայով պայթյուններ են, որոնք բնութագրվում են միլիվայրկյանից մինչև մի քանի հարյուր վայրկյան տևողությամբ բուռն ռենտգենյան և գամնա-ճառագայթմամբ: Ունենալով 10^{53} - 10^{54} էրգ կարգի էներգիա, գամնա-բոնկումները տիեզերքի ամենաէներգիական և ժամանակի ընթացքում անհետացող աղբյուրներն են:

Մեծ էներգիայի շնորհիվ գամնա-բոնկումները գրանցվել են նույնիսկ 10^{11} լուսատարի հեռավորությամբ աղբյուրներից: Հայտնագործումից հետո առաջարկվել են գամնա-բոնկումների առաջացման տարբեր տեսություններ և մեխանիզմներ, սակայն դրանք առ այսօր շարունակում են մնալ ամենահետաքրքիր և չբացահայտված աստղաֆիզիկական երևույթների շարքում: Օրինակ՝ վերջերս երկու նեյտրոնային աստղերի կրկնակի համակարգի միաձուլումից առաջացած գամնա-բոնկման ժամանակ գրանցվել են նաև դրան ուղեկցող գրավիտացիոն ալիքները: Սա առաջին դեպքն է, երբ միևնույն աստղաֆիզիկական աղբյուրից միաժամանակ գրանցվում է և գրավիտացիոն, և էլեկտրամագնիսական ալիք, որը գամնա-բոնկումների սկզբնաղբյուրները հասկանալու և աստղաֆիզիկական

հետազոտությունների համար նոր հնարավորություններ է ընձեռում:

Ակտիվ գալակտիկական միջուկներ (ԱԳՄ): Եթե գամնա-բոնկումները ժամանակավոր աստղաֆիզիկական երևույթներից են, ապա արտագալակտիկական աղբյուրների մյուս դասը՝ ԱԳՄ-ները, էլեկտրամագնիսական ճառագայթման ամենալուսավոր, կայուն աղբյուրներն են տիեզերքում: ԱԳՄ-ների ուսումնասիրությունները հնարավորություն են տալիս պարզելու տիեզերքի մեծամասշտաբ կառուցվածքը, որը շատ կարևոր է դրա ձևավորումն ու էվոլյուցիան հասկանալու համար: Քանի որ ԱԳՄ-ների ճառագայթումն առաջացնող ֆիզիկական պրոցեսները տարբերվում են աստղերի ճառագայթման հիմնական պրոցեսից՝ ջերմամիջուկային ռեակցիաներից, ապա դրանք կարող են դիտարկվել որպես հատուկ լաբորատորիաներ՝ «արտակարգ» ֆիզիկան և ռեյատիվիստիկական արտանետումներն ուսումնասիրելու համար:

ԱԳՄ-ների հայտնագործումից հետո 1940-ականներին դրանց ուսումնասիրություններում հսկայական առաջընթաց է գրանցվել՝ օգտագործելով տարբեր տիպիայի դիտակներով գրանցված տվյալները: Օրինակ՝ ԲԷ գամնա-տիպիայում «Fermi LAT» դիտակով մինչ այսօր գրանցված տվյալները ցույց են տալիս, որ հայտնաբերված արտագալակտիկական աղբյուրները հիմնականում տարբեր դասերի բլազարներ են՝ ԱԳՄ-ներ, որոնց շիթն ուղղված

է դեպի մեզ: Գրանցվել են նույնիսկ 26 Գպս հեռավորությամբ և երբեմն 10^{49} էրգ-վ⁻¹ գերազանցող գամնա-ճառագայթման լուսատվությամբ բլազարներ: Դրանց ճառագայթումը փոփոխական է համարյա բոլոր ալիքային տիրույթներում և տևում է վայրկյանից մինչև օրեր (օրինակ՝ «PKS 2155-304» բլազարից գրանցված հոսքի փոփոխությունը վայրկյանի կարգի է): Բլազարների շիթերը քննարկվում են որպես վերջերս գրանցված ԳԲԷ նեյտրինոների ճառագայթման աղբյուր: Բլազարների ուսումնասիրությունը հնարավորություն է տալիս հասկանալու ԱԳՄ-ներում շիթերի առաջացումը և տարածումը, շիթերի կապը կենտրոնական մարմնի (օրինակ՝ սև խոռոչի) հետ, շիթերում մասնիկների արագացման և ճառագայթման մեխանիզմները և այլ հարցեր, որոնք ժամանակակից աստղաֆիզիկայի կարևորագույն պրոբլեմներից են:



Նկար 5. «MAGIC»-ի 17 մետրանոց երկու դիտակների համակարգը

Շնորհիվ Վիկտոր Համբարձումյանի՝ ՀՀ-ում ձևավորվել է աստղաֆիզիկական հետազոտությունների հարուստ ավանդույթ: Օրինակ՝ ՀՀ ԳԱԱ Բյուրականի աստղադիտարանում, Շմիդտի մեկ մետրանոց դիտակով Բենիամին Մարգարյանի կատարած հետազոտություն-

ների արդյունքում հայտնաբերվել են հատուկ դասի ԱԳՄ-ներ, որոնք ունեն անդրամանուշակագույն ճառագայթման ավելցուկ, և կոչվում են նրա անունով՝ Մարգարյանի գալակտիկաներ (օրինակ՝ Մարգարյան 421 և Մարգարյան 501 հայտնի բլազարները): 1980-ական թվականների սկզբից ՀՀ-ում, Ա.Ի. Ալիխանյանի անվան Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտում իրականացվում են նաև ուսումնասիրություններ՝ նվիրված ԲԷ գամնա-աստղաֆիզիկային: 1991թ.-ից Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտն ակտիվորեն մասնակցում է ԲԷ գամնա-աստղաֆիզիկայի մի շարք գիտափորձերի աշխատանքներին (HEGRA, HESS), և HESS համագործակցության շրջանակում 2006թ. արժանացել է համագործակցություններին տրվող բարձրագույն՝ Եվրամիության Դեկարտի մրցանակի:

2015թ. փետրվարի 13-ին Հռոմում ՀՀ կառավարության և Ռեյատիվիստիկական աստղաֆիզիկայի կենտրոնների միջազգային ցանցի (ԻԿՐԱՆԵՏ) միջև ստորագրված համաձայնագրով ՀՀ ԳԱԱ համակարգում հիմնադրվեց ԻԿՐԱՆԵՏ կենտրոնը: ԻԿՐԱՆԵՏ-ը միջազգային կազմակերպություն է, որը հիմնադրվել է 2003թ., և որի անդամներն են Իտալիան, ՀՀ-ն, Բրազիլիան և Վատիկանը: ԻԿՐԱՆԵՏ-ի նպատակը ռեյատիվիստիկական աստղաֆիզիկայի բնագավառում գիտական հետազոտությունների իրականացումը և զարգացումն է, ինչպես նաև՝ գիտական կադրերի պատրաստումն ու վերապատ-

րաստումը: ԻԿՐԱՆԵՏ-ում իրականացվող գիտական հետազոտությունները վերաբերում են ժամանակակից ռեյատիվիստիկական աստղաֆիզիկայի տեսական հիմնահարցերին ու դրանց կիրառությանը, Երկրի մակերևույթի կամ արբանյակների վրա տեղակայված դիտակների օգնությամբ ստացվող փորձարարական տվյալների մշակմանն ու մեկնաբանությանը: ԻԿՐԱՆԵՏ-ը նաև համակարգում է ռեյատիվիստիկական աստղաֆիզիկայի բնագավառում միջազգային ասպիրանտական ծրագրերի իրականացումը՝ 10 երկրների 14 համալսարանների և ինստիտուտների հետ համատեղ:

ՀՀ-ում ԻԿՐԱՆԵՏ կենտրոնն ունի միջազգային կազմակերպության կարգավիճակ, իսկ գործունեության հիմնական ոլորտներն են տեսական աստղաֆիզիկան, աստղաֆիզիկական աղբյուրներում տեղի ունեցող ԲԷ պրոցեսների թվային մոդելավորումը, ԱԳՄ-ների բազմաալիքային ուսումնասիրությունը, գամնա-բոնկումների առաջացման մեխանիզմների ուսումնասիրությունը, արբանյակային դիտակներով գրանցված տվյալների վերլուծությունն ու մեկնաբանումը և այլն: 2016թ. հուլիսի 16-ից կենտրոնը նաև «MAGIC» միջազգային համագործակցության անդամ է: «MAGIC»-ը երկու 17 մետրանոց պատկերային մթնոլորտային չերենկոպյան դիտակների համակարգ է՝ (նկ. 5) տեղադրված Լա Պալմայում և նախատեսված է 30 ԳԷՎ-ից 100 ՏԷՎ էներգիական տիրույթի ֆոտոններ գրան-

ցելու համար: 2018թ. ԻԿՐԱՆԵՏ կենտրոնի աշխատակիցները Լա Պալմայում մասնակցելու են «MAGIC» դիտակներով դիտումներին: Կենտրոնը համագործակցում է նաև Իտալիայի տիեզերական գործակալության հետ՝ ՄԱԿ-ի Բաց Տիեզերքի առաջարկության շրջանակներում մասնակցելով աստղաֆիզիկական աղբյուրների դիտումների տվյալների մշակման աշխատանքների իրականացմանը: Այդ նախաձեռնությունը ՄԱԿ-ի Տիեզերքի խաղաղ օգտագործման հանձնաժողովին (COPUOS) ներկայացրել է Իտալիայի Հանրապետությունը՝ նպատակ ունենալով միավորելու տիեզերքի և նրա մաս կազմող աստղաֆիզիկական աղբյուրների ուսումնասիրությունների արդյունքները, և դրանք հասանելի դարձնելու գիտական հանրությանը: Այս նախաձեռնությանն արդեն միացել են գրանցված տվյալների պահպանման ամենախոշոր կենտրոնները, օրինակ՝ «NASA, ESA, JAXA, IAU, ESO, IVOA, COSPAR» և այլն:

ՀՀ ԳԱԱ ԻԿՐԱՆԵՏ կենտրոնի գիտական հետազոտությունները վերաբերվում են աստղամասնիկային ֆիզիկայի, ռենտգենյան և գամմա-ճառագայթումների աստղաֆիզիկայի բնագավառներին: Մասնավորապես, հետազոտվում են աղբյուրներում մասնիկների (էլեկտրոն, պրոտոն) արագացման և ճառագայթման պրոցեսները՝ օգտագործելով ռենտգենյան տիրույթի «Swift», «NuStar», «Chandra» և գամմա-տիրույթի «Fermi LAT» արբանյակային դիտակներով գրանցած տվյալները: Ինչպես նաև ուսումնասիրվում են կրկնակի

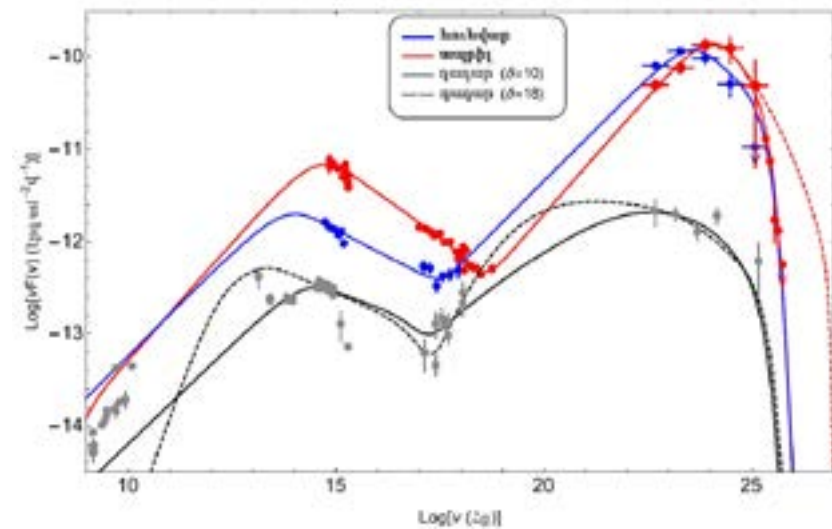
համակարգերից և ԱԳՄ-ներից ԳԲԷ նեյտրինոների ճառագայթման մեխանիզմները և գրանցման եղանակները: Համառոտակի ներկայացնենք կենտրոնում իրականացվող գիտական հետազոտություններից մի քանիսը:

- 2009թ. «Fermi LAT» և «AGILE» դիտակներով գրանցված «Cygnus X-3»-աղբյուրից գամմա-ճառագայթման ակտիվությունը բացատրելու համար առաջարկվել է հադրոնային մեխանիզմ. պրոտոնները, արագանալով ամփոփ աստղի շիթում, փոխազդում են Վոլֆ-Ռայեի աստղի արձակած քամիներում առկա պրոտոնների հետ, որի հետևանքով պրոտոն-պրոտոն փոխազդեցություններից առաջանում են չեզոք պիոններ, որոնց տրոհումից էլ առաջանում է գամմա-ճառագայթում: Հաշվի առնելով առաջացած գամմա-ճառագայթման կլանումը, համակարգի օպտիկական ֆոտոնների հետ փոխազդեցությամբ ($\gamma + \gamma \rightarrow e^-e^+$) կարելի է բացատրել «Fermi LAT» և «AGILE» դիտակներով գրանցված տվյալները և «MAGIC» դիտակով հաստատ-

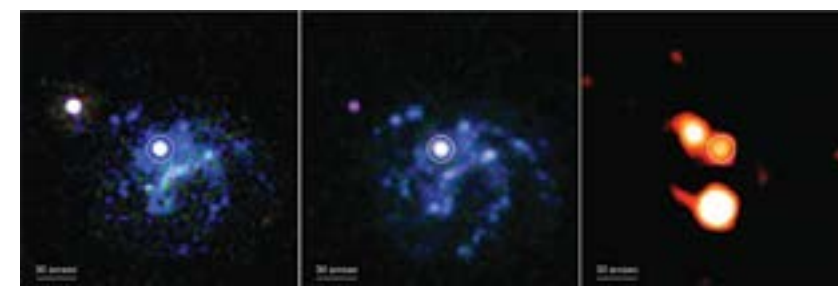
ված գամմա-հոսքի սահմանափակումը ԳԷՎ-ՏԷՎ էներգիական տիրույթում: Գնահատվել է նաև ՏԷՎ-ից բարձր էներգիաներով նեյտրինոների հոսքը, և ցույց է տրվել, որ ապագայում նմանօրինակ գամմա-ակտիվության դեպքում «IceCube» դիտակը կարող է գրանցել ՏԷՎ էներգիաներով նեյտրինոներ:

- Օգտագործելով «Fermi LAT» արբանյակային դիտակի դիտողական տվյալները՝ ուսումնասիրվել են մեզ ամենամոտ ԱԳՄ-ի՝ Կենտավրոս Ա-ի («Centaurus A») կենտրոնի և թևերի գամմա-ճառագայթման մեխանիզմները: Մշակելով Կենտավրոս Ա-ի կենտրոնի մոտավորապես չորս տարվա (2008-2012թթ.) դիտարկման արդյունքները, ցույց է տրվել, որ 4 ԳԷՎ էներգիայից բարձր տիրույթում գոյություն ունի գամմա-ճառագայթման երկրորդ բաղադրիչ: Ուսումնասիրվել են նաև թևերից գամմա-ճառագայթման հնարավոր մեխանիզմները՝ լեպտոնային և հադրոնային սցենարների համատեքստում:

- Հետազոտվել է 3C 120



Նկար 6. «PKS 1441 + 25» բլազարի ճառագայթումը ակտիվ և հանգիստ վիճակներում



ԱԳՄ-ի լայնամասշտաբ շիթի (մոտավորապես 100 կպս) ճառագայթումը կենտրոնից ենթադրաբար և կիլոպարսել հեռավորություններում: Վերլուծելով «Swift UVOT/XRT» և «Fermi LAT» դիտակներով գրանցված տվյալները՝ հետազոտվել է աղբյուրի միջուկից ճառագայթումը և ցույց է տրվել, որ գամմա-ճառագայթումը կարելի է բացատրել սինքրոտրոնային ֆոտոնների հակադարձ կոմպտոնյան ցրմամբ: Ավելի հեռու տիրույթներից ճառագայթումն ուսումնասիրվել է «Chandra» դիտակով գրանցված տվյալների մշակմամբ և ցույց է տրվել, որ ռենտգենյան ճառագայթումը կարող է առաջանալ երկրորդային՝ ավելի մեծ էներգիայով էլեկտրոնների սինքրոտրոնա-

յին ճառագայթումից: Հետաքրքիր է, որ շիթի ուժգնությունը (10^{45} էրգ·վ⁻¹) համարյա չի փոփոխվում նույնիսկ կենտրոնից մի քանի կպս հեռու, միայն ճառագայթման տեսանկյունից շիթը դառնում է ոչ արդյունավետ: Վերլուծելով «Fermi LAT» դիտակով գրանցված տվյալները՝ հետազոտվել է NGC 1275 ռադիոգալակտիկայի ԲԷ գամմա-ճառագայթումը: Աղբյուրի ճառագայթումը հետազոտվել է 2015թ. հոկտեմբերին և 2016թ. դեկտեմբեր - 2017թ. հունվար ամիսներին գրանցված գամմա-ճառագայթման բռնկումների ժամանակ: Այդ ընթացքում տեղի է ունեցել ճառագայթման հոսքի կտրուկ աճ, օրինակ՝ 2016թ. դեկտեմբերի 31-ին ԲԷ գամմա-տիրույթում



ճառագայթման ուժգնությունը հասել է $3.84 \cdot 10^{45}$ էրգ·վ⁻¹-ի, որն ավելի բնորոշ է բլազարների ճառագայթմանը: Ցույց է տրվել, որ բռնկման ժամանակ տեղի է ունենում հոսքի կտրուկ փոփոխություն 1.2 ± 0.22 ժամվա ընթացքում: Նման արագ փոփոխությունն ԲԷ գամմա-տիրույթում երբեք չէր գրանցվել ռադիոգալակտիկաների համար: Սա ցույց է տալիս, որ ճառագայթման տիրույթի չափը $5.22 \cdot 10^{14}$ սմ կարգի է:

- Ուսումնասիրվել են 6,2 Գպս հեռավորությամբ «PKS 1441+25» բլազարի ԲԷ և ԳԲԷ գամմա-տիրույթներում ճառագայթման մեխանիզմները: 2015թ. հունվարին և ապրիլին գրանցվել է «PKS 1441+25»-ի օպտիկական-ռենտգենյան և գամմա-տիրույթներում ճառագայթման հոսքերի զգալի աճ, և այդ ընթացքում օպտիկական և ռենտգենյան տիրույթներում հոսքը ոչ միայն աճում է, այլ նաև տեղափոխվում է դեպի ԲԷ տիրույթ (նկ. 6): Աղբյուրի ճառագայթումը հանգստի վիճակում բացատրվել է սինքրոտրոնային ֆոտոնների այսպես կոչված հակադարձ կոմպտոնյան ցրման մեխանիզմի օգնությամբ, իսկ բռնկումների ժամանակ բարձր էներգիաների տիրույթում ճառագայթումն առաջանում է «torus»-ի ֆոտոնների հակադարձ կոմպտոնյան ցրումից:

ՀՀ ԳԱԱ ԻԿՐԱՆԵՏ կենտրոնում շարունակվում են նշված ուղղություններով հետազոտությունները: 2018թ. ՀՀ-ում նախատեսվում է կազմակերպել բարձր էներգիաների աստղաֆիզիկայի հարցերին նվիրված միջազգային գիտաժողով:

ՎԱՏ ՏՐԱՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԲՈԼՈՐ ԱՌԱՎԵԼՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ*

Մարդկանց հատուկ է երջանկության ձգտումը: Մակայն Միդնեյի համալսարանի հոգեբան Ջոզեֆ Ֆորգասի կարծիքով՝ մարդու համար օգտակար է որոշ ժամանակ իրեն դժբախտ զգալը: Էվոլյուցիայի ընթացքում ձևավորվել են մտածողության տարբեր ոճեր. դրանցից մեկը հարմար է հանգիստ իրավիճակների համար, երբ մարդն իրեն բավարարված է զգում ցանկացած իրավիճակում, մյուսը՝ տագնապի ժամանակ: Բայց դրական տրամադրությունը միշտ չէ, որ դրականորեն է ազդում հոգեկան աշխարհի վրա:

Ուսումնասիրությունները

ցույց են տվել, որ վատ տրամադրության ժամանակ մանրուքները հիշվում են ավելի լավ, քան բարձր տրամադրության դեպքում: Ուժեղանում է վերլուծական մտածողությունը: Թուլանում է նախկինում ձևավորված կարծրատիպերով մարդուն ընդունելու միտումը, ուստի նոր ծանոթությունների ժամանակ ձևավորվում է ավելի հստակ տպավորություն: Եթե հիշենք մեծն խուզարկու Շերլոկ Հոլմսին, ապա կտեսնենք, որ վերը նշվածը նրա բնավորության գրեթե ստույգ նկարագրությունն է, իսկ Հոլմսը սովորաբար ուներ վատ տրամադրություն:

Իհարկե, լավ տրամադրությունն ունի իր դրական կողմերը. այն բարձրացնում է ստեղծագործականությունը, խաղի հանդեպ հակումը, որը հատուկ է ստեղծագործող անձանց, մի քանի խնդիր միաժամանակ լուծելու և ընդհանուր պատկերը տեսնելու ընդունակությունը՝ առանց շատ խորանալու առանձին մանրուքների մեջ: Այնպես որ Կոնան Դոյլի հերոսը, հավանաբար, ու-

նոր վերելքին նպաստող արևոտ օրերին:
Ֆորգասի մի ուրիշ փորձի ժամանակ քոլեջի դասախոսության ընթացքում հատուկ հրավիրված «ունկնդիրն» անդադար ընդհատում էր դասախոսին և վիճում նրա հետ: Մեկ շաբաթ անց ուսանողներին առաջարկել են դիտել տրամադրություն վատացնող կամ լավացնող հուզական տեսահոլովակներ, ապա



տեղեկատվությունը և ավելի արդարացի վերաբերմունք են դրսևորում մերձավորների հանդեպ:

Բայց հարկավոր է հաշվի առնել, որ մեզնից շատերն իրենց տրամադրության ստրուկները չեն: Անհրաժեշտության դեպքում կարելի է նաև ծանր օրերին ստեղծագործաբար լուծել աշխատանքի վայրում ծագած խնդիրը՝ կենտրոնանալով դրա վրա, իսկ հարկային հայտագրի կամ ոչ այնքան հասկանալի կետերից

կազմված վիզայի դիմումի լրացումը միշտ չէ, որ հաջողվում է, անգամ երբ երջանկություն ես ճառագում:

Մակայն չի կարելի շփոթել վատ տրամադրությունը կլինիկական ընկճախտի հետ, երբ մարդ մշտապես զգում է իր անօգնականությունը, անհուսալի վիճակը:

Տրամադրությունը, լինի այն վատ թե լավ, ընդամենը հուզական վիճակ է, որը տևում է մի քանի րոպեից մինչև մի ամբողջ օր:



նենում էր նաև հուզականության ճառագումներ (օրինակ, երբ նա ջուրթակ էր նվագում):

Փորձերը ցույց են տալիս, որ մոայլ տրամադրությունն ազդում է հիշողության և ուշադրության վրա: Վաճառասարհից դուրս եկող գնորդների շրջանում կատարված հարցումների հիման վրա Ջոզեֆ Ֆորգասն ու նրա գործընկերները հայտնաբերել են, որ վատ տրամադրություններ շնչող անձրևային և ցուրտ օրերին մարդիկ ավելի մանրամասն են հիշում խանութում եղած ապրանքները, քան հոգ-

հանձնարարել են շարադրել իրենց տպավորությունը՝ դասախոսության ժամանակ տեղի ունեցած միջադեպի վերաբերյալ: Նրանք, ովքեր դիտել էին տխուր հոլովակներ, ներկայացրել էին ավելի մանրամասն ու ստույգ հաշվետվություն մեկ շաբաթ առաջ կատարվածի մասին, քան ուրախ տեսանյութ դիտածները:

Փորձի հեղինակներն ապացուցել են նաև, որ մոայլ տրամադրության ժամանակ մարդիկ ավելի են հակված համագործակցելու շրջապատի հետ, ավելի արդյունավետ են հաղորդում



* «Наука и жизнь», 2015, N 8

ՀԱՅ ԺՈՂՈՎՐԴԻ ՄԵԾ ԵՐԱԽՏԱԿՈՐԸ



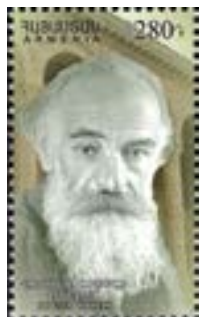
ԱՇՈՏ ԲԱԲԱԽԱՆՅԱԼ

Խ. Աբովյանի անվան ՀՊՄՀ քիմիայի և նրա դասավանդման մեթոդիկայի ամբիոնի դասախոս, պրոֆեսոր



ՀՈՒՓՍԻՄԵ ՆԵՐՍԻՍՅԱԼ

Հայ – Ռուսական (Սլավոնական) համալսարանի ասպիրանտ



«Հովսեփ Աբգարի Օրբելին, անկասկած, պատկանում է այն ականավոր գիտնականների թվին, որոնց հայ ժողովուրդը տրվել է մեր մեծ հայրենիքին» Ակադեմիկոս Ե.Վ. Տադևիս, 1957թ

Փոստային նամականիշ՝ նվիրված Հ. Օրբելուն Փոստային ծրար՝ նվիրված Ե.Վ. Տադևիսին



Փոստային ծրար՝ նվիրված Լազարյան ձեմարանին Սանկտ Պետերբուրգի համալսարան (նամականիշ)

Փոստային նամականիշերի շնորհիվ, որոնք հավաքչություններում ունեն առանձնակի ճանաչողական արժեք, մեր առջև հետաքրքիր աշխարհ է բացվում: Դրանք շատ հաճախ արտացոլում են նաև հայտնի գիտնականների կյանքը և գիտական գործունեությունը: ՀՀ-ում վերջին տարիներին թողարկված բազմաթիվ փոստային նամականիշեր նվիրված են տարբեր ոլորտներում իրենց ներդրումն ունեցած ճանաչված հայորդիների, որոնց թվին է դասվում

արևելագետ, հնագետ, հասարակական գործիչ, ակադեմիկոս Հ. Ա. Օրբելին: Հովսեփ Աբգարի Օրբելին ծնվել է 1887 թ. մարտի 20-ին Վրաստանի Քութայիս քաղաքում: Նրա հայրը քահանա Աբգար Օրբելին էր, իսկ մայրը՝ Վարվառա Աղրության-Գոլգոթուկին, սերում էր հայ իշխանական տոհմից: Նրա պապը՝ Հովսեփ Օրբելին, ավարտել է Լազարյան ձեմարանը, հայրը՝ Աբգար Օրբելին, Սանկտ Պետերբուրգի համալսարանը:

1904 թ. ավարտելով Թիֆլիսի 3-րդ արական գիմնազիան, Հ.Օրբելին ուսումը շարունակել է Ս.Պետերբուրգի Կայսերական համալսարանի պատմաբանասիրական ֆակուլտետում՝ աշակերտելով այնպիսի խոշոր գիտնականների, ինչպիսիք էին հնագետներ Ս. Ժերելսը, Մ. Ռուստովցը, Ֆ. Զելինսկին, արևելագետ Յա. Սմիռնովը, բյուզանդագետ Վ. Բենեդեկիչը և այլք: Ուսանող Օրբելին հետաքրքրված էր Հայաստանի, Վրաստանի, Իրանի պատմությանը ու մշակույթով:

1906 թ. ամռանը Հ.Օրբելին ճանաչված գիտնական Նիկողայոս Մառի ղեկավարությամբ առաջին անգամ մասնակցում է քաղաքամայր Անիի պեղումներին: Արշավախմբի ջանքերով հայտնաբերվեցին գիտական մեծ արժեք ներկայացնող գտածոներ, այդ թվում՝ Գագիկ Աթազավորի (990-1017) արձանը, իսկ XI-դարի պղնձե ջահի վերականգնումը Ն. Մառը հանձնարարեց Հ. Օրբելուն:



Գեղաթերթիկ. Անիի Մայր տաճարը կաթողիկե եկեղեցի Անիում և Նամականիշ՝ նվիրված Ն. Մառին

1906 թ. հաշվետվության մեջ Ն.Մառը նշել է. «Վերջապես շար էին Անիի թանգարանի մաքրման, կարգի բերման, հնությունների նկարագրման ու տեղադրման աշխատանքները, սակայն այստեղ չարվեց ամենը, ինչն անհրաժեշտ էր: Իսկ այն, ինչ արված է,

ձեռք է բերվել շնորհիվ այն բանի, որ այս տարի ես ունեի հիսնայի աշխատակիցներ՝ նկարիչ Պոլտորացկին և ուսանող Օրբելին, որոնք, առանց ձեռքերը ծալելու, թանգարանում աշխատում էին ոչ միայն ցերեկները, այլ երբեմն նաև գիշերները»:

1907 թ. Հ. Օրբելին ընդունվել է Ս. Պետերբուրգի համալսարանի արևելյան լեզուների ֆակուլտետ, միաժամանակ անցնելով պատմաբանասիրական ֆակուլտետի լրիվ դասընթացը, և մեկ տարի անց հրապարակել է իր առաջին գիտական աշխատանքը: 1909 թ. նա ուսումնասիրել է Արցախի հայկական հուշարձանները և արձանագրությունները:



Փոստային նամականիշ՝ Վան



Փոստային ծրար՝ նվիրված Արցախի Հանրապետությանը

1910 թ. սեպտեմբերի 22-ին Ռուսաստանի Գիտությունների ակադեմիայի պատմաբանասիրական բաժանմունքի նիստում Ն. Մառն առաջարկել է Վան քաղաք գործուղել մի մասնագետի, որը կգրադվի տեղի հնություններով և կհավաքի բարբառագիտական նյութեր: Այդպիսի գործ միայն Օրբելին կարող էր իրականացնել: Առաջարկությունն ընդունվեց, և Հ. Օրբելին անցավ նախապատրաստական աշխատանքի: 1911թ., ավարտելով վերոնշյալ երկու ֆակուլտետները, Վ.Ա. Ժուկովսկու առաջարկով Հ.Օրբելին սկսել է աշխատել համալսարանի հայվրացական բանասիրության ամբիոնում:

1911-1912 թթ. գիտելիքներով զինված Հ. Օրբելին ուսումնասիրել է Մոկսի հայերի և քրդերի բարբառն ու բանահյուսությունը, Էրզրումի, Բայազետի, Վանի, Աղթամարի, Բագավանի ճարտարապետա-

կան հուշարձանները, հնագիտական պեղումներ կատարել Հայկաբերդում: Նա հավաքել ու կազմել է Մոկսի բարբառով նյութեր, հատուկ բառարան, որտեղ ամփոփվել են այն բառերն ու արտահայտությունները, որոնք վերաբերում են դաշտային աշխատանքներին, արհեստներին, բուսական աշխարհին:

1911 թ. հուլիսի 1-ին Հ. Օրբելին Բաթումից մեկնել է Կոստանդնուպոլիս և Տրապիզոն, ապա՝ ուղևորվել Վան: Օգտագործելով հայերեն բառարանի բառացանկը, ստուգաբանելով արդեն եղած բառարանները՝ կազմել է քրդերեն-հայերեն բառարան: 1912 թ. Ս. Պետերբուրգում նա ընտրվել է Ռուսաստանի հնագիտական ընկերության անդամ, իսկ 1914 թ.՝ այդ ընկերության Արևելյան բաժանմունքի լիիրավ անդամ, ապա՝ բաժանմունքի գիտական քարտուղար: Ս. Պետերբուրգի համալսարանի արևելագիտական ֆակուլտետում Հ. Օրբելին դասավանդել է հնագիտություն, Հայաստանի պատմություն, հայկական արձանագրագիտություն և քրդերեն: Ն. Մառի հետ Վանում կատարված պեղումների ժամանակ հայտնաբերել է Սարդուրի Բ-ի մեծածավալ սեպագիր արձանագրությունը: Արձանագրությունների հայտնաբերումը Հ. Օրբելուն բերեց մեծ և արժանի փառք:

Հետաքրքիր է նշել, որ 1918-1920 թթ., լինելով Ռուսաստանի Գիտությունների ակադեմիայի տպարանի տնօրեն, նա գրադվել է նաև գրաշարությամբ և հավաքել է «Անանիա Շիրակացու մաթեմատիկայի հարցերը և լուծումները» գիրքը:



Անանիա Շիրակացի (բարտմաքսիմում)

1920-1951 թթ. նա աշխատել է Պետական Էրմիտաժում՝ սկզբում որպես ֆոնդապահ, այնուհետև՝ Արևելքի բաժնի հիմնադիր և վարիչ, իսկ 1934 թ. նշանակվել է Էրմիտաժի տնօրեն:



Փոստային ծրար՝ նվիրված Հ. Օրբելու 100-ամյակին



Հ. Օրբելուն նվիրված նամականիշ

Հ. Օրբելին չէր պատկերացնում իր կյանքն առանց Էրմիտաժի, որտեղ աշխատած տարիները նրա ստեղծագործական և կազմակերպչական գործունեության վերելքի ժամանակն էր: Նա կազմակերպել է թեմատիկ ցուցահանդեսներ, գիտական նստաշրջաններ, գիտաժողովներ: Հ. Օրբելին «Ճատրակ՝ գիրք շախմատի մասին» գրքում պնդում է, որ Հայաստանում շախմատը հայտնի է եղել շատ վաղուց: Հ. Օրբելու և Կ. Տրեվերի հեղինակած «Ճատրակ» գիրքը հրատարակվել է 1936 թ.:

1938 թ. Հ. Օրբելին ընտրվել է ԽՍՀՄ ԳԱ Հայկական մասնաճյուղի նախագահ: Նա լավագույնս կազմակերպել է գիտության զարգացումը Հայաստանում, ինչպես նաև հիմնադրել տարբեր գիտական հաստատություններ, ապահովել դրանց աճն ու ամրապնդումը:

Հ. Օրբելին գլխավորել է «Մասունցի Դավիթ» դյուցազներգության 1000-ամյա հոբելյանը նախապատրաստող հանձնաժողովը:

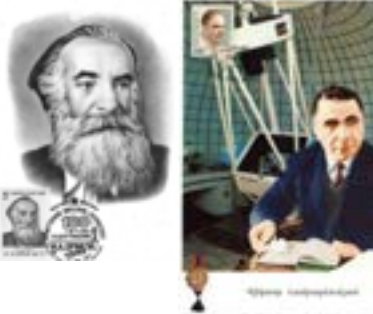


«Մասունցի Դավիթ» նամականիշ, Ալեքսանդր Ֆադեևին նվիրված նամականիշ

1939 թ. սեպտեմբերի 15-ին ԽՍՀՄ գրողների 7-րդ պլենումի բացման ժամանակ Ալեքսանդր Ֆադեևն ասել է. «Մենք այստեղ ենք եկել, որպեսզի նշենք հայոց ազգի հերոսական «Մասունցի Դավիթ» էպոսի հազարամյակը, որը հրաշալի, խորիմաստ էպոս է, և մեզ է հասել որպես ոսկե ժառանգություն»:

Այն մասին, թե ինչ գործունեություն է ծավալել Հ. Օրբելին 1942թ. երկրորդ կեսին՝ վերադառնալով Լենինգրադից Երևան, հիշում է ակադեմիկոս Վ. Համբարձումյանը. «Լինելով Հայկական գիտությունների ակադեմիայի մասնաճյուղի ղեկավար՝ Հ. Օրբելին արել է ամեն ինչ, որպեսզի մոբիլիզացվի գիտնականների ուժերը՝ ձակա-

տամարտին օգնելու համար: Այս աշխատանքը բավականին շատ ջանքեր էր պահանջում: Բայց և այնպես Հ. Օրբելին գրադվում էր նաև մեկ այլ հարցի լուծմամբ՝ Հայկական ԽՍՀ գիտությունների ակադեմիայի ստեղծմամբ»:



Հովսեփ Օրբելի (բարտմաքսիմում), Վիկտոր Համբարձումյան (բարտմաքսիմում)

Ապրելով Հայաստանը դուրս՝ Հ. Օրբելին մշտապես կապված է եղել Հայաստանին, ուսումնասիրել հայոց լեզուն և հայկական հնագիտությունը:

Նա լավ գիտեր, որ Գիտությունների ակադեմիան հայ ազգի բաղձալի ցանկություններից մեկն է, ուստի 1943 թ. ամռանը և աշնանը Հ. Օրբելին ամբողջությամբ տրվեց այդ խնդրի լուծմանը: Նոր գիտական կենտրոնի ստեղծման բոլոր մանրամասները մտածված էին, ներգրավված էին նոր աշխատակիցներ: Հ. Օրբելին այս հարցով երկու անգամ մեկնել է Մոսկվա, վարել բանակցություններ, հաստատել կապեր մի շարք գիտական կազմակերպությունների և գիտնականների հետ:

1943 թ. նոյեմբերի 29-ին տեղի ունեցավ ՀԽՍՀ գիտությունների ակադեմիայի առաջին ընդհանուր ժողովը: Ողջունի խոսքով հանդես եկավ Ակադեմիայի մասնակիցներից ամենատարեցը՝ հայտնի հայագետ, ակադեմիկոս Ս. Ս.

Մալխասյանը: Ակադեմիայի նախագահ միաձայն ընտրվեց Հ. Օրբելին, իսկ փոխնախագահ՝ Վ. Համբարձումյանը:



Փոստային ծրար և բացիկ նվիրված Գիտությունների ակադեմիային

Ակադեմիայի հիմնադրմամբ ընդլայնվեցին հետազոտական աշխատանքները պատմության, լեզվաբանության, բանասիրության բնագավառներում, սկիզբ դրվեց բնագիտական և ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների զարգացմանը:

Հայրենական մեծ պատերազմի սկզբում Հ. Օրբելին անձամբ ղեկավարել է Էրմիտաժի գանձերի տարահանումը:



Նամականիշ նվիրված Հայրենական պատերազմին

Հուլիսի 1-ի լուսաբացին Լենինգրադի Հոկտեմբերյան կայարանից դուրս եկավ առաջին գնացքը, որը բաղկացած էր 22 բեռնատար վագոններից, թանգարանային աշխատողների համար նախատեսված մարդատար վագոնից, որոնք ուղեկ-

ցում էին Էրմիտաժի արժեքները, իսկ մեկ վագոն նախատեսված էր ռազմական պաշտպանության զինվորների համար: Գնացքի մեջտեղում և վերջում՝ բաց հարթակներում, տեղադրված էին զենիթային հրանոթներ ու գնդացիներ: Երբ գնացքը, առանց շչակի ազդանշանի, դանդաղորեն արագություն էր հավաքում, վագոնի պատուհանից Էրմիտաժի աշխատակիցները տեսան իրենց տնօրենին. նա լալիս էր:



Փոստային ծրար և գեղաթերթիկ նվիրված Էրմիտաժին

Հայրենական պատերազմից հետո Հ. Օրբելին անձամբ է ղեկավարել Էրմիտաժի գանձերը Լենինգրադ վերադարձնելու աշխատանքները:

1945 թ. հոկտեմբերի 11-ին «Լենինգրադյան պրավդա» թերթը գրել է. «Երեկ գնացքով Էրմիտաժի բոլոր արժեքները վերադարձան Լենինգրադ...: Ժամանողներին ջերմությամբ ողջունեցին Էրմիտաժի գիտաշխատողները, թանգարանի տնօրեն՝ ակադեմիկոս Հ. Օրբելու գլխավորությամբ»:

Նա քայլ առ քայլ վերա-

կենդանացնում էր թանգարանի՝ պատերազմից վնասված սենյակները, կազմակերպում ցուցահանդեսներ:



Պետական Էրմիտաժ (փոստային ծրարներ)



Պետական Էրմիտաժ (քարտմաքսիմումներ)

1946 թ. փետրվարի 22-ին, նյուրնբերգյան դատավարության մի նիստի ժամանակ Օրբելին

հանդես է եկել որպես վկա: Խորհրդային մեղադրող կողմի ներկայացուցչի հարցին, թե ինչ պաշտոնը է զբաղեցնում վկան, Օրբելին հակիրճ պատասխանել է՝ «Պետական Էրմիտաժի տնօրեն»:

- Ինչ գիտական կոչում ունեք:

- Խորհրդային Միության Գիտությունների ակադեմիայի լիիրավ անդամ, ԽՍՀՄ Ճարտարապետության ակադեմիայի լիիրավ անդամ, Լոնդոնի հնագետների միության անդամ, Հայաստանի գիտությունների ակադեմիայի լիիրավ անդամ և նախագահ, Ամերիկայի հնագիտության և արվեստի ինստիտուտի խորհրդատու անդամ:

«Պրավդա» թերթը գրել է. «Տարեց ակադեմիկոսը վկայի ամբիոնից խոսում էր՝ ինչպես դատախազ»:

1947 թ. Հ. Օրբելին իր ցանկությամբ ազատվում է ՀԽՍՀ ԳԱ նախագահի պաշտոնից, քանի որ դժվար էր ղեկավարել երկու մեծ կառույցներ՝ Էրմիտաժը և Ակադեմիան:

31 տարի Էրմիտաժը ղեկավարելուց հետո, 1951 թ.-ից Հ. Օրբելին զբաղվել է գիտական աշխատանքներն ավարտելու և հրատարակելու գործով:

1955 թ. Հ. Օրբելին ընտրվել է Լենինգրադի համալսարանի արևելագիտության բաժնի ղեկան, 1956 թ.՝ նույն ֆակուլտետի Մերձավոր և Միջին Արևելքի ամբիոնի վարիչ և պրոֆեսոր: 1956 թ.-ից մինչև կյանքի վերջը, միաժամանակ որպես վարիչ, ղեկավարել է ԽՍՀՄ ԳԱ Արևելագիտության ինստիտուտի Լենինգրադի բաժանմունքի աշխատանքները:



Հ. Օրբելին կազմակերպել է բազմաթիվ նշանակալից տարելիցներ և հոբելյաններ՝ պարսկական պոեզիայի դասական Ֆիրդուսու ծննդյան հազարամյակը, Ալեքսանդր Պուշկինի ծննդյան 150-ամյակը, Շոթա Ռուսթավելու «Վազրենավորի» 750-ամյակը, «Սասունցի Դավիթ» էպոսի հազարամյակը:

Հ. Օրբելին եղել է անսովոր վառ անհատականություն, անկրկնելի հոետոր, իր գործին նվիրված հանձարեղ գիտնական:

Շատերն են հուշեր թողել մեծ գիտնականի մասին:

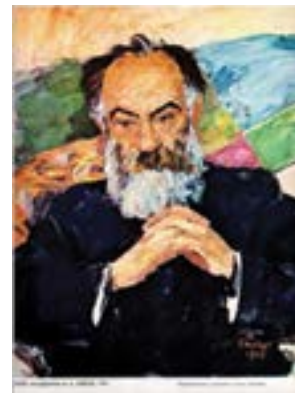
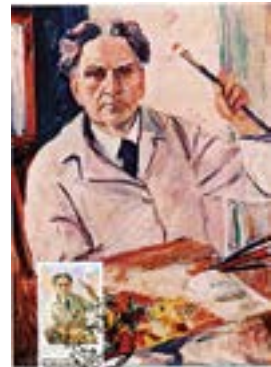
Իր հուշերում Ե. Տառլեն վկայում է. «Կես դարից ավելի Հ. Օրբելին ծառայեց գիտությանը: Հայ ժողովրդին և աշխարհին պարզեց հնագիտական, աղբյուրագիտական, բարբառագիտական մեծ ու փոքր, փայլուն և մնայուն աշխատություններ, որոնցից յուրաքանչյուրի մեջ ծառայություն է փառանդավոր գիտնականի լուսավոր միտքը: Նա հայկական էպոսի խորը

վերլուծողն էր: Ուներ կոլեկտիվ աշխատանք կազմակերպելու շնորհ, որը բացառիկ է գիտնականների միջավայրում»:

Առանձնացնենք Ռուբեն Զարյանի հիացմունքի խոսքերը Հ.Օրբելու մասին. «Արշավիր Մելիքյանից հեղու միակ հոեպորը, որն ինձ վրա խորը փափվորություն է թողել, Հովսեփ Օրբելին է: Ամբիոնի մուր նրա երևալը բավական էր, որ դահլիճը հավաքով լցվեր նրա նկարմամբ: Օրբելին իր փառահեղ մորուքով նման էր մոգի: Նա իր խոսքը հանդարտ էր սկսում՝ հնարավորություն փայլով ունկնդրին մտնել իր նյութի ընդհանուր մթնոլորտի մեջ: Երբ համոզվում էր, որ իրեն լսողները մտքով և, գլխավորը, զգացողությամբ իր արծարծած հարցերի ոլորտում են, նրա հանգիստ խոսքը թափ ու փայլ էր առնում: Օրբելին կարողանում էր իր խոսքի հմայքին ենթարկել ունկնդրին: Ինքը հուզվում էր և հուզում մի ամբողջ լսարան, որքան էլ մեծ լիներ: Նա հասնում էր առավելագույնին. ամենապարբեր խառնվածքի փեր մարդկանցով լեցուն դահլիճը մի կես ժամում դարձնում էր մի մարքի, մի հույզի, մի կամքի ենթակա միասնական լսարան»:

Մարտիրոս Սարյանը նշել է. «Ն. Մառի էնրոգիստ պաշակերպներից էր և Օրբելին, որի հայրենասեր գործը դարձավ պատմաբանների և հնէաբանների մի մեծ դպրոցի հիմքը»: Սարյանի հայտնի՝ «Ակադեմիկոս Հ. Օրբելու դիմանկարը» կտավում տեսնում ենք անհատի բնական պատկերը և նկարչի մտորումները նրա մասին: «Եթե նկարում ես կոնկրետ մարդ՝

գիտնականի, ապա պիտի ինքդ սայրես և՛ որպես նկարիչ-արվեստագետ, և՛ որպես գիտնական՝ անպայման հմուտն ունենալ բացելու (ես կասեի՝ ողջ նրբերանգներով մերկացնելու) նրան քեզ համար և քո վերաբերմունքն էլ, քեզ էլ դիպելու նրա մեջ»:



Որդիներին գրած իր նամակում Արգար Օրբելին ասել է՝ «... Ես շատ ուրախ եմ, որ իմ որդիները գնում են նյութապես ոչ ապահով ճանապարհով, հանուն գիտության և ի փառս այն ազգի, որի ժառանգներն են նրանք և որը առավել կարիք ունի ստիպել ուրիշներին հարգել իրեն, տալով մարդկությանը գիտության ականավոր ներկայացուցիչներ»:

Հովսեփ Օրբելու յուրաքանչյուր գիտական աշխատանք, յուրաքանչյուր ուղևորություն, մեծերի, ժամանակակիցների հետ

հանդիպումների արձանագրություններ ներկայացված են աշխարհի տարբեր հանրագիտարաններում, ժամանակակիցների հուշերում, Օրբելու կենսապատմի էջերում:

Ակադեմիկոս Հովսեփ Օրբելին

մահացել է 1961 թ. փետրվարի 2-ին և թաղվել Ս.Պետրբուրգի Բոգոսլովյան գերեզմանատանը:

Հ. Օրբելու գիտամանկավարժական և հասարակական գործունեությունն արժանացել է բարձր գնահատանքի: Նրան շնորհվել են պետական պարգևներ, պատվավոր կոչումներ, մեդալներ, այդ թվում՝ երկու «Լենինի շքանշան», երկու «Աշխատանքային կարմիր դրոշի շքանշան», Իրանի «Գիտական ծառայությունների համար» I աստիճանի շքանշան և այլն:

ներ, պատվավոր կոչումներ, մեդալներ, այդ թվում՝ երկու «Լենինի շքանշան», երկու «Աշխատանքային կարմիր դրոշի շքանշան», Իրանի «Գիտական ծառայությունների համար» I աստիճանի շքանշան և այլն:

Ի Դ Ե Պ

ԻՆՁ ՀԱՎԱՆՆԵԼՈՒ ԵՔ*

Անցյալ դարի 50-ական թվականների բժշկության տարեգրության մեջ գրանցվել է անսովոր մի դեպք: Ոմն ամերիկացի՝ միստր Ռայթը, ծանր հիվանդ էր ավշասարկումայով: Նրա վզին, թևատակին, կրծքին աճել էին նարնջի մեծությամբ ուռուցքներ: Բժիշկները ոչնչով չէին կարող օգնել, բայց հիվանդը թերթերում կարդացել էր Հարավսլավիայում քաղցկեղի դեմ հայտնագործված նոր դեղամիջոցի՝ կրեբիոգենի մասին: Թեև բժիշկները թերահավատորեն էին տրամադրված, Ռայթը ձեռք բերեց այդ կախարդական դեղամիջոցը և պահանջեց ներարկել այն իրեն: Առաջին իսկ ներարկումից հետո ուռուցքները կիսով չափ փոքրացան: Տասն օր անց հիվանդը կարողացավ վերադառնալ բնականոն կյանքի:

Շուրջ երկու ամիս նա ապրեց հանգիստ, բայց ԶԼՄ-ներում հայտնվեց տեղեկատվություն, որ տարբեր հիվանդանոցներում փորձարկումներից հետո կրեբիոգենը ճանաչվել է անօգուտ:

Հիվանդն ընկավ վիստույթ-

* «Наука и жизнь», 2015, N 7.



յան մեջ, և քաղցկեղը վերադարձավ: Այդ ժամանակ ուռուցքաբանը, որը սեփական աչքերով էր տեսել հրաշալի բուժումը, որոշեց դիմել փոքրիկ խաբեության: Նա Ռայթին բացատրեց, որ իրականում կրեբիոգենն արդյունավետ է, բայց առաջին խմբաքանակի որոշ անուշներ փչացած են եղել: Իսկ հիմա իրենց բուժարանն ստացել է լավ մաքրված և հարստացված դեղամիջոցի նոր խմբաքանակ: Հետո բժիշկը ներարկեց նրան սովորական թորած ջուր: Խաբեությունը հաջողվեց, և ավշագեղձերի ուռուցքները կրկին անհետացան: Միստր

Ռայթը կարողացավ վերադառնալ բնականոն կյանքի՝ առանց ախտանշանների: Բայց դա կարճ տևեց: Երկու ամիս անց Ամերիկյան բժշկական միությունը հայտարարեց, որ լայնամասշտաբ փորձարկումներից հետո ապացուցվել է քաղցկեղի բուժման մեջ կրեբիոգենի լիակատար անօգտակարությունը: Դժբախտաբար, հիվանդը շարունակում էր թերթեր կարդալ: Ուռուցքներն անմիջապես վերադարձան, և նա շուտով վախճանվեց:

Սա այսպես կոչված պլացեբոյի՝ ոչ մի կենսաբանական ազդեցություն չգործող, բայց



հիվանդի սպասումների շնորհիվ արդյունավետ դարձող նյութի կամ գործողության վառ օրինակ է: Լատիներեն «պլացեբո» (placebo) բառը նշանակում է «ինձ հավանելու եք»: Որոշ բժիշկների կարծիքով, իրապես գործող ցանկացած դեղամիջոցի արդյունավետությունն էլ, կախված հիվանդությունից և տվյալ անձի առանձնահատկություններից, 5-30 %-ով բացատրվում է հիվանդի հոգեբանությամբ: Հավանաբար, պլացեբոն հիվանդի օրգանիզմում գործի է գցում «ներքին դեղատուներ», որն արտադրում է բուժիչ ինչ-որ նյութեր: Բայց քանի որ պլացեբոյի գործողության մեխանիզմը վատ է ուսումնասիրված, և հնարավոր չէ կանխագուշակել, թե խաբեանքն արդյոք կունենա փրկարար ազդեցություն, բժիշկները չեն սիրում դիմել այդ հնարքին:

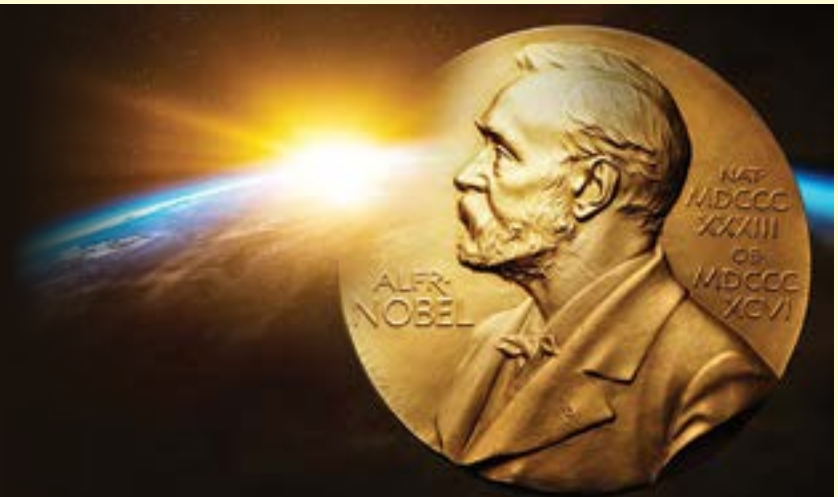
Պլացեբոն հատկապես չեն սիրում այն դեղագործները, որոնք մշակում են նոր դեղամիջոցներ: Չէ՞ որ դրանք հարկավոր է փորձարկել հիվանդների վրա, իսկ կարելի է արդյոք լուրջ վերաբերվել այդ փորձարկումների արդյունքներին, եթե դեղամիջոցի արդյունավետ կամ անարդյունավետ լինելը գրեթե մեկ երրորդով կարող է բացատրվել հիվանդի հոգեբանությամբ: Որպես կանոն, հիվանդների ստուգիչ խմբին նշանակում են «դատարկ» հաբերի կամ մաքուր ջրի ներարկումներ, որպեսզի համեմատելու բան ունենան իրական դեղամիջոցի արդյունքի հետ: Ստուգիչ խումբն, անշուշտ, հավատում է, որ ստացել է այդ նոր դեղամիջոցը:



Հարվարդի բժշկական դպրոցի (ԱՄՆ) պլացեբոյի ուսումնասիրման ծրագրի աշխատակցուհի Քեթրին Հոլը մարդու գեներում հայտնաբերել է գեն, որը հավանաբար պատասխանատու է կախարդական բուժումների համար: Այդ գենը կոդավորում է կատեխոլ-օ-մեթիլ տրանսֆերազա (COMT) ֆերմենտը, որը քայքայում է կատեխոլամինները: Միացությունների այդ խմբի կազմի մեջ են մտնում այնպիսի կարևոր նյութեր, ինչպիսիք են դոֆամինը և էպինեֆրինը, որոնք որոշում են գրգռման փոխանցումը նյարդային ցանցերում: Գոյություն ունի այդ գենի երկու ձև՝ val և met: Met ձևի արտադրված ֆերմենտը 3-4 անգամ ավելի դանդաղ է քայքայում դոֆամինը, քան val տարբերակը: Այն մարդիկ, որոնց գեներում կան համապատասխան գենի երկու կրկնօրինակներ միայն met-ի տեսքով, հատկապես լավ են արձագանքում տարբեր հիվանդությունների բուժման այնպիսի եղանակի, ինչպիսին ասեղնաբուժությունն է, որը, ժամանակակից բժիշկների մեծամասնության կարծիքով, ընդամենը պլացեբո է:

Մարդկանց մեկ քառորդն ունի met-ի կրկնակի անուշ: Թեև պլացեբոյի հանդեպ զգայունությունը հավանաբար բացատրվում է նաև ուրիշ գեներով, սակայն դեղագործական շատ ընկերություններ արդեն հետաքրքրվել են փորձարկումների առավել դյուրագրգռ անսակիցներին նախապես մաղելու հնարավորությամբ: Հավանաբար, կիսաջողվի մշակել արագագործ թեստ՝ գենի COMT ձևի համար: Ի դեպ, թեստը կօգնի հայտնաբերել նաև հիվանդներին, որոնց կարող է օգնել «բժշկական խաբեությունը»: Իսկ առայժմ կիրառվում է հետևյալ եղանակը. փորձարկման համար ընտրված բոլոր մարդկանց նախ տրվում է պլացեբո: Նրանք, ում բուժումն ընթանում է առավել «դրամատիկ» տեսքով, մաղվում են:

2017 թ. ՆՈԲԵԼՅԱՆ ՄՐՑԱՆԱԿԱԿԻՐՆԵՐԸ



2017թ. Նոբելյան մրցանակը շնորհվել է՝

ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԲՆԱԳԱՎԱՌՈՒՄ՝ ամերիկացիներ Բարի Բերիշին, Ռայներ Վայսին և Քիփ Թոմսին՝ «LIGO դետեկտորում մեծ ներդրման և գրավիտացիոն ալիքներին հետևելու համար»:



ՔԻՄԻԱՅԻ ԲՆԱԳԱՎԱՌՈՒՄ՝ շվեյցարացի Ժակ Դյուրոշեն, ամերիկացի Յոակիմ Ֆրանկին և բրիտանացի Ռիչարդ Հենդերսոնին՝ կենսաբանական նմուշներն ուսումնասիրելու հնարավորություն տվող կրիոէլեկտրոնային մանրադիտակի մշակման համար:



ԲԺՇԿՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱՅԻ ԲՆԱԳԱՎԱՌՈՒՄ՝ ամերիկացի գիտնականներ Ջեֆրի Հոլին, Մայքլ Ռոզբաշին և Մայքլ Յանգին՝ մոլեկուլային այն մեխանիզմների հետազոտման համար, որոնք վերահսկում են օրական կենսառիթմերը:



ՏՆՏԵՍԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԲՆԱԳԱՎԱՌՈՒՄ՝ ամերիկացի Ռիչարդ Թալերին՝ «Տնտեսական վարքի հետազոտման մեջ ավանդի համար»:



ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԲՆԱԳԱՎԱՌՈՒՄ՝ ճապոնական ծագումով բրիտանացի գրող Կաձուո Իսիգուրոյին՝ «Հուզական մեծ ուժով լի» ստեղծագործության համար:



ԽԱՂԱՂՈՒԹՅԱՆ ՆՈԲԵԼՅԱՆ ՄՐՑԱՆԱԿԸ շնորհվել է Միջուկային զենքի արգելման միջազգային ընկերությանը՝ այդօրինակ զենքի կիրառության դեմ կատարած աշխատանքներում նշանակալի հաջողություններ գրանցելու և այդ նպատակով պայմանագրի ստորագրմանն ուղղված ջանքերի համար:



Ամերիկացի բժիշկ Թոմաս Նովոտնին պահանջում է արգելել ֆիլտրով ծխախոտը: Ամբողջ աշխարհում ամեն տարի ծխում են վեց տրիլիոն գլանակ և ծխուկների երկու երրորդը (750 հազար տոննա) նետվում է ոչ թե աղբարկղ, այլ ուր պատահի: Իսկ ֆիլտրը ծխուկի ամենավտանգավոր մասն է, քանի որ այնտեղ են կուտակվում նիկոտինը և ուրիշ թույներ: Պրոֆեսոր Նովոտնու կատարած փորձերը ցույց են տվել, որ եթե ծխուկը չորս օր պահվել է ջրում, ապա այդ ջրի մեջ գցված ձուկը սատկում է: Բացի այդ, ըստ ամերիկյան վիճակագրության, ֆիլտրը ոչ մի կերպ չի պաշտպանում ծխողի առողջությունը, այլ միայն ստեղծում է անվտանգության պատրանք: Վերջին կես դարում, երբ բոլոր գլանակներն ապահովված են ֆիլտրով, ծխելու հետևանքով քաղցկեղի առաջացման հավանականությունն աճել է:



«Наука и жизнь», 2015, N 7.

ԿԵՆՍԱ- ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

ԿԵՆՍԱԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ



ԱՐՍԵՆ ԱՎԱԿՅԱՆ

Կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, ՀՀ ԳԱԱ մոլեկուլային կենսաբանության ինստիտուտի տնօրեն, կենսահինֆորմատիկայի գիտական խմբի ղեկավար, ՀՀ կենսահինֆորմատիկայի ամբիոնի վարիչ Գիտական հետաքրքրությունները՝ կենսահինֆորմատիկա, գենոմիկա, բազմագործոն հիվանդությունների մոլեկուլային մեխանիզմների ուսումնասիրություն

Կենսաբանությունը որպես քանակական գիտություն

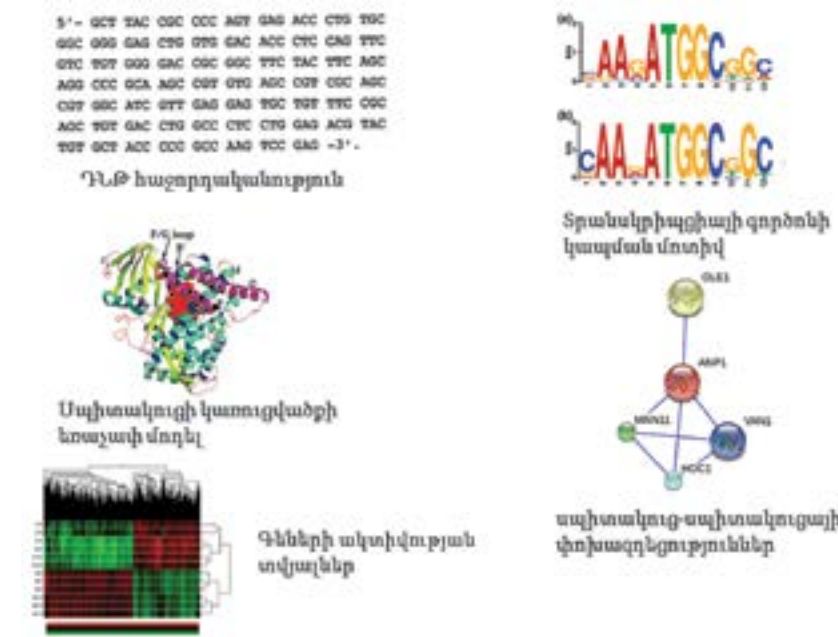
Քանակական տվյալների գրանցումը, հավաքագրումը և վերլուծությունը միշտ համարվել են կենսաբանական և կենսաբժշկական հետազոտությունների կարևոր մասը: Ասվածի վկայությունը ժառանգական հատկանիշների փոխանցման վերաբերյալ Մենդելի փորձերն են, որոնք դեռևս XIX դարում հնարավորություն տվեցին ձևակերպելու գենետիկայի հիմնական օրենքները: Այսօր, տվյալների չափման և գրանցման տեխնոլոգիաների զարգացմանը համընթաց, մեծանում են նաև կենսաբանական տվյալների տեսակները և բնույթը (սկ. 1): ԴՆԹ, ՌՆԹ ու սպիտակուցների հաջորդականության վերծանումը (սեկվենավորում), սպիտակուցների բյուրեղային կառուցվածքի ուսումնասիրման ճառագայթումային մեթոդները, պոլիմերագային շղթայական ռեակցիան (ՊՇՌ), հակամարմինների կիրառումը և այլն, բջիջների, հյուսվածքների կամ ամբողջական օրգանիզմի գոր-

ծունեության մասին մանրամասն տեղեկություններ կուտակելու մեծ հնարավորություններ են ընձեռում: Վիճակագրական վերլուծությունն արդեն վաղուց մեծ դեր է խաղում կենսաբանական հետազոտություններում: Դրա մեթոդներն օգտագործվում են ախտորոշման նպատակով օգտագործվող կենսանշիշների՝ կենսամարկերների նույնականացման, նոր դեղամիջոցների մշակման, գենետիկական փո-

ծունեության մասին մանրամասն տեղեկություններ կուտակելու մեծ հնարավորություններ են ընձեռում:

Վիճակագրական վերլուծությունն արդեն վաղուց մեծ դեր է խաղում կենսաբանական հետազոտություններում: Դրա մեթոդներն օգտագործվում են ախտորոշման նպատակով օգտագործվող կենսանշիշների՝ կենսամարկերների նույնականացման, նոր դեղամիջոցների մշակման, գենետիկական փո-

ԿԵՆՍԱԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ



Նկար 1. Կենսաբանական տվյալների հիմնական տեսակները

փոխակառուցման և հիվանդությունների առաջացման կապի հետազոտությունների, փորձերի պլանավորման համար և այլն: Կենսաբանական հետազոտություններում վիճակագրության ակտիվ օգտագործմանը չափազանց նպաստել է երկու հանգամանք: Առաջինը Ջոն Թուրքիի «տվյալների մշակման» հայեցակարգն է, որի համաձայն՝ տվյալների վերլուծման և մեկնաբանման համար պարտադիր չէ լինել մաթեմատիկական վիճակագրության մասնագետ:

Հաջորդ խթանը համակարգիչների և տվյալների մշակման համար նախատեսված ծրագրային փաթեթների լայն տարածումն է:

Կենսաբժշկական հետազոտությունների նոր դարաշրջանն սկսվել է 20-րդ դարի վերջին, երբ մշակվեցին զանգվածային գուգահեռ չափումների բարձր թողունակության տեխնոլոգիաները: Տվյալների հավաքագրման ավանդական՝ ցածր թո-

ղունակության մոտեցումները (ՊՇՌ, իմունաֆերմենտային և սպեկտրալուսաչափական մեթոդները) հիմնականում գործունեն հնարավորինս մեծ ընտրանքում մի քանի ընտրված ցուցանիշների չափումների հետ, իսկ բարձր թողունակության մեթոդները, օրինակ՝ կենսաչիպերը, հաջորդ սերնդի սեկվենավորումը և բջջի ամբողջական սպիտակուցային կազմի ուսումնասիրությունը (պրոտեոմիկա) հնարավորություն են տալիս չափելու մեկ նմուշի տասնյակ և նույնիսկ հարյուր հազարավոր ցուցանիշներ: Ցածր թողունակության մեթոդները շարունակում են մնալ կենսաբժշկական հետազոտությունների զինանոցում, սակայն միայն բարձր թողունակության մոտեցումների օգտագործմամբ է հնարավոր ստանալ բջջի, հյուսվածքի կամ նույնիսկ ամբողջ օրգանիզմի բարդ կենսաբանական գործընթացների մասին համալիր պատկեր: Այս ամենը, իր հերթին, փոխել է նաև կենսաբա-

նական տվյալների ներկայացման հարացույցը՝ անցում կատարելով մեծ ընտրանքով (N) փոքր չափայնության (K) տվյալներից (N>>K) փոքր ընտրանքով բարձր չափայնության տվյալներին (N<<K, high dimension low sample size data, HDLSS): Օրինակ՝ ՌՆԹ սեկվենավորման միջին փորձի արդյունքում ստացվում են 70000 գենների ակտիվության (էքսպրեսիա) տվյալներ 20 – 30 նմուշի համար:

Այս նոր տեսակի տվյալների վերլուծության համար դասական վիճակագրական մոտեցումները հաճախ կիրառելի չեն, քանի որ դրանք նախատեսված չեն մեծ չափայնության խնդիրների լուծման համար, ուստի առաջանում է տվյալների վերլուծության և ներկայացման նոր հաշվեկանոնների (ալգորիթմ) և ծրագրային ապահովման պահանջարկ: Մյուս կողմից, կենսաբանական տվյալների ծավալների աճը (<http://schatzlab.cshl.edu/presentations/2014.03.24.Keystone%20BigData.pdf>) առաջ է քաշում դրանց արդյունավետ պահպանման և փոխանակման հարցեր:

Վերը նշված խնդիրները կենսահինֆորմատիկայի և հաշվողական կենսաբանության ուսումնասիրության առարկան են:

Կենսահինֆորմատիկա և հաշվողական կենսաբանություն

«Կենսահինֆորմատիկա» եզրույթն առաջարկել են Պատվին Հոգվեգը և Բեն Հեսպերը, նկատի ունենալով կենսաբանական համակարգերում տեղեկատվական հոսքերի հետազոտությունները: Սակայն ժամանակի ընթացքում կենսահինֆորմա-

տիկան փոխեց իր սկզբնական նշանակությունը և ժամանակակից իմաստն ստացավ 1980-ականներին: «Կենսաինֆորմատիկա» և «Հաշվողական կենսաբանություն» եզրույթները հաճախ օգտագործում են փոխարինաբար, սակայն այս ուղղությունները կարելի է պայմանականորեն տարանջատել ըստ նպատակների և խնդիրների շրջանակի: Կենսաինֆորմատիկա ասելով հիմնականում հասկանում ենք տվյալների արդյունավետ վերլուծության և պահպանման գործիքների մշակում: Այս ոլորտը ներառում է մաթեմատիկական հաշվեկանոնների, զուգահեռացված և ամպային հաշվողական համակարգերի մշակում, տվյալների շտեմարանների և հասկացությունների բառարանների (օնթոլոգիա) ստեղծում: Հաշվողական կենսաբանությունը, իր հերթին, տվյալների վերլուծման, մեկնաբանման և նոր գիտելիքի ստեղծման համար օգտագործում է կենսաինֆորմատիկայի գործիքակազմը:

Կենսաինֆորմատիկայի գիտական ոլորտը կարելի է բաժանել մի քանի հիմնական ուղղությունների:

Հաջորդականությունների վերլուծություն

Կենսաինֆորմատիկայի այս ճյուղի ուսումնասիրության առարկան կենսամոլեկուլների (ԴՆԹ, ՌՆԹ, սպիտակուցներ) հաջորդականությունների հետազոտություններն են: Ներկայում, տարբեր տվյալների շտեմարաններում առկա են տարբեր կենդանի օրգանիզմներից ստացված հազարավոր հաջոր-



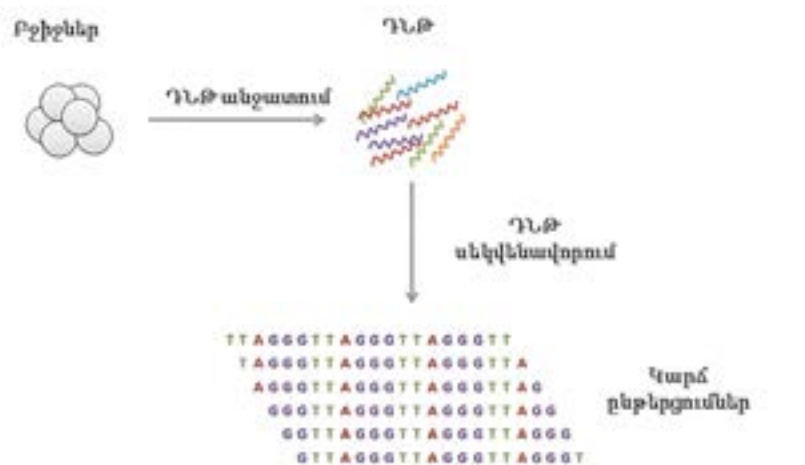
Սկար 2. Մարդու ինսուլին (INS) գենի հաջորդականությունը և նկարագիրը (կողավորող և չկողավորող հատվածները, սպիտակուցային հաջորդականությունը)

դականություններ, որոնց վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս ստանալու կարևոր տեղեկություններ գենոմում կողավորող ու չկողավորող գենների մասին, կարգավորող տարրերի, կառուցվածքային մոտիվների և կրկնվող հաջորդականությունների, մուտացիաների և գենետիկական փոփոխականության վերաբերյալ (նկ. 2):

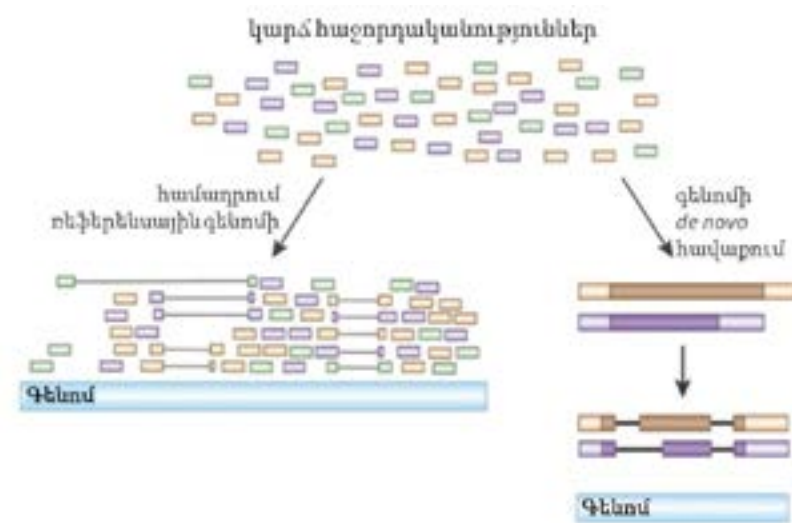
Այս բոլոր հետազոտությունների հիմքում ընկած է հաջորդականությունների համադրության և նմանության որոշման խնդիրը, որն իրականացվում է հատուկ ծրագրերի օգնությամբ, որոնցից ամենատարածված-

ներն են ClustalW, Muscle և BLAST ծրագրերը:

Հաջորդականությունների հետ աշխատանքի առանձին խումբ են կազմում կարճ հաջորդականությունների համադրումը շաբլոնային (ռեֆերենսային) գենոմին և գենոմի ոչ շաբլոնային կամ *de novo* հավաքման եղանակները: Հաջորդ սերնդի սեկվենավորման մեթոդները հնարավորություն են տալիս իրականացնելու ամբողջական գենոմի սեկվենավորում: Իրականում սեկվենավորվում են ոչ թե ամբողջական ԴՆԹ մոլեկուլները, այլ դրանց տարբեր հատվածները, որի արդյունքում ստացվում



Սկար 3. Հաջորդ սերնդի սեկվենավորման սկզբունքը



Սկար 4. Կարճ հաջորդականությունների համադրումը շաբլոնային (ռեֆերենսային) գենոմի վրա և գենոմի ոչ շաբլոնային (de novo) հավաքումը

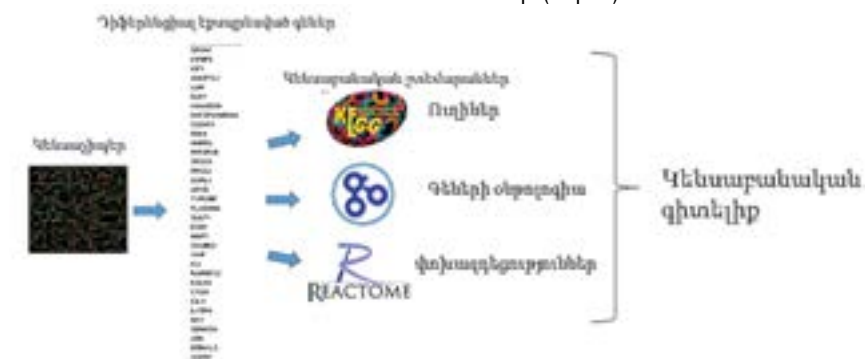
են միլիոնավոր կարճ հաջորդականություններ կամ ընթերցումներ (short reads, նկ. 3):

BWA, bowtie, STAR-aligner և նմանատիպ ծրագրերը հնարավորություն են տալիս այս հաջորդականություններն արագորեն համադրելու շաբլոնային գենոմի հետ, իսկ Velvet ու ABySS ծրագրերի օգնությամբ հնարավոր է իրականացնել գենոմի հավաքում առանց շաբլոնի օգտագործման (նկ. 4):

Գենների և սպիտակուցների ակտիվության (էքսպրեսիայի) վերլուծություն

Գենի էքսպրեսիան բջջում գենի ակտիվության ցուցանիշն է և հաշվարկվում է ըստ տվյալ գենից սինթեզված տեղեկատվական ՌՆԹ-ի քանակի: XX դարի վերջում և XXI դարի սկզբում կենսաչիպերով և հաջորդ սերնդի սեկվենավորմամբ գենների ակտիվության չափման եղանակները հնարավորություն տվեցին միաժամանակ գնահատելու բջջում ամբողջ գենոմի ակտիվությունը (տրանսկրիպտոմը)՝ դառնալով կենսաբա-

լուծության հիմքում ընկած է տարբերակված ակտիվացված (դիֆերենցիալ էքսպրեսված) գենների հայտնաբերումը: Դրա համար հիմնականում օգտագործվում են միա- և բազմաչափ վիճակագրության (t-թեստ, դիսպերսիայի և դիսկրիմինանտ վերլուծություն) և տվյալների պեղման մեթոդներ (կլաստերային վերլուծություն, գլխավոր բաղադրիչների մեթոդ, հենքային վեկտորների վերլուծություն): Վերլուծության արդյունքում ստացված դիֆերենցիալ էքսպրեսված գենների ցուցակը կարող է օգտագործվել որպես կենսաանալիզ, սակայն եթե հետազոտության նպատակը կենսաբանական գործընթացների պարզաբանումն է, ապա անհրաժեշտ է իրականացնել դրանց ֆունկցիոնալ նկարագրում: Դա կատարվում է գերհագեցվածության (overrepresentation analysis) կամ գենների հավաքածուների հարստացման (gene set enrichment) վերլուծության եղանակների օգնությամբ, որոնց հիմքում ընկած է գենների ցուցակների և տարբեր կենսաբանական շտեմարաններում (Gene Ontology, KEGG, Reactome, Transfac, Biocarta և այլն) գետեղված գենների ֆունկցիոնալ հավաքածուների հետ համեմատումը (նկ. 5):



Սկար 5. Գենների ակտիվության վերլուծությունը և դիֆերենցիալ գենների ֆունկցիոնալ նկարագրությունը

Կենսամոլեկուլների կառուցվածքի և փոխազդեցությունների վերլուծություն

Կառուցվածքային կենսաինֆորմատիկայի խնդիրներն են կենսաբանական մոլեկուլների կառուցվածքի, դրանց միջև փոխազդեցությունների կանխագուշակումը ու վերլուծությունը: Հաջորդականության նմանության (հոմոլոգիա) վրա հիմնված մոդելավորումը ներկայում ամենատարածված և ամենաարդյունավետ եղանակն է, քանի որ այն հիմնված է գոյություն ունեցող կառուցվածքի վրա, որն ամինաթթվային հաջորդականությամբ նման է մոդելավորվող սպիտակուցին: Բացի այդ, լայնորեն կիրառվում են տարածական հոմոլոգիայի մեթոդները, որոնք հիմնված են սպիտակուցի երկրորդային կառուցվածքի տարրերի նմանության վրա: Առանձին մաս են կազմում մոլեկուլային դինամիկայի մեթոդները, որոնք օգտագործվում են և կառուցվածքի ոչ շարժանային (*de novo*) մոդելավորման, և ստացված մոդելների կատարելագործման համար:

Միջմոլեկուլային փոխազդեցությունների մեջ հատկապես ակտիվ օգտագործվում են մոլեկուլային մեխանիկայի, մոլեկուլային դինամիկայի, Մոնտե Կառլոյի և տվյալների պեղման մեթոդները:

Կենսաբանական ցանցերի և ուղիների վերլուծություն

Կենսաբանական ցանցերի և ուղիների վերլուծության նպատակն է ուսումնասիրել կենդանի օրգանիզմում նյութափոխանակության, ազդանշանային և կարգավորիչ ցանցերի կառուցվածքը և դրանց փոխազդեցությունը: Կենսաբանական ուղիներում տեղի ունեցող փոփոխությունների՝ հիվանդությունների զարգացման գործընթացներում ունեցած դերին վերաբերվող հետազոտություններն ակնհայտորեն վկայում են, որ դրանցում ազդանշանի փոխանցման փոփոխությունները հիմնականում կախված են երկու գործոններից՝ ուղում ընդգրկված գեների ակտիվությունից և գեների միջև առկա փոխազդեցություններից:

ԿԵՆՍԱԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

Այսպես, ազդակների փոխանցման տեսանկյունից ելակետային և վերջնակետային հանգույցներում գեների ակտիվության փոփոխություններն ավելի կարևոր են ուղու միջնամասի հանգույցների համեմատությամբ: Մյուս կողմից, ուղիների ճյուղավորումները և հանգույցների կապերի թիվը նույնպես կարող են զգալի ազդեցություն ունենալ ուղու ակտիվության վրա:

Վերջապես, հայտնի է, որ գեների մի մասը կարող է ընդգրկված լինել մի քանի ուղիների մեջ, իսկ մյուսը՝ լինել մենահատուկ տվյալ ուղու համար: Մյուս կողմից, բազմագործոն հիվանդությունների զարգացման գործընթացներում հաճախ ներգրավված են լինում մեկից ավելի կենսաբանական ուղիներ: Այսպիսով՝ ելնելով գեների ակտիվության արժեքներից և կենսաբանական ուղում առկա փոխազդեցություններից՝ կարելի է գնահատել հիվանդություններին բնորոշ կենսաբանական ուղիներում տեղեկատվական հոսքի ընդհանուր և մենահատուկ փոփոխությունները:

ԿԵՆՍԱԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

Կենսաինֆորմատիկան Հայաստանում

Հայաստանում կենսաինֆորմատիկայի ոլորտը հետզհետե ընդլայնվում է: Ի տարբերություն մոլեկուլային կենսաբանության, կենսաքիմիայի, մանրէաբանության, կենսաինֆորմատիկայի հետազոտությունները մեծ ֆինանսական միջոցներ և հզոր փորձարարական բազա չեն պահանջում: Մյուս կողմից, Հայաստանում զարգացած են տեղեկատվական տեխնոլոգիաների, ծրագրավորման և մաթեմատիկայի ոլորտները, որոնք կենսաինֆորմատիկայի հիմքերն են: Այս ամենի շնորհիվ սահմանափակ միջոցներով կարելի է իրականացնել բարձր մակարդակի և մրցունակ հետազոտություններ:

Ներկայում Հայաստանում գործում են մի քանի գիտական խմբեր, որոնց հետազոտությունները վերաբերվում են կենսաինֆորմատիկայի ոլորտին:

2011 թ-ին ստեղծվել է ՀՀ ԳԱԱ մոլեկուլային կենսաբանության ինստիտուտի կենսաինֆորմատիկայի խումբը (<http://big.sci.am/>): Խմբի գիտական ուղղությունը բարձր չափայնության գեների ակտիվության ու հա-

ջորդ սերնդի սեկվենավորման տվյալների վերլուծության հաշվեկարգերի ու ծրագրերի մշակումն է, որոնք հնարավորություն կտան մարդու բազմագործոն հիվանդությունների ախտաբանական մեխանիզմների ուսումնասիրություններում կիրառելու կենսաբանական ցանցերի և ուղիների մասին ստացված տվյալները:

Մյուս գիտական ուղղությունը մարդու բազմագործոն հիվանդությունների և քաղցկեղների ժամանակ գենետիկական բազմաձևությունների (պոլիմորֆիզմ), գեների ակտիվության և կենսաբանական ուղիների ակտիվության հետ՝ քրոմոսոմների ծայրային հատվածների (թելոմերների) երկարության կապի ուսումնասիրությունն է: Գենոմի ամբողջական սեկվենավորման տվյալների հիման վրա թելոմերների երկարության հաշվարկի համար խումբը մշակել է «Computel» հաշվեկարգը և ծրագրային փաթեթը:

2007 թ-ին ՀՀ ԳԱԱ մոլեկուլային կենսաբանության ինստիտուտի հատուկ սպիտակուցների լաբորատորիայի հետազոտական բազայի վրա հիմնադրվել է համակարգչային մոդելավորման լաբորատորիան

(http://molbiol.sci.am/resun_compmodelling), որի հիմնական գիտական թեմատիկան «սպիտակուց-սպիտակուց», «սպիտակուց-կենսամոլեկուլ» փոխազդեցությունների և դրանց կարգավորման մեխանիզմների ուսումնասիրությունն է համակարգչային մոդելավորման մեթոդներով: Լաբորատորիայի վերջին հետազոտությունները նվիրված են միջերկրածովյան «ընտանեկան տենդ» հիվանդության առաջացման համար պատասխանատու MEFV գենում մուտացիաների ազդեցությունը այդ գենով կոդավորվող պիրին սպիտակուցի կառուցվածքի և դրա ու ապոպտոզային (բջջի մահը կարգավորող) սպիտակուցների փոխազդեցության վրա:

2000 թ.-ին ստեղծվել է ՀՀ ԳԱԱ գիտակրթական միջազգային կենտրոնի կենսաինֆորմատիկայի խումբը (<http://bioinformatics.am/hy/>), որի գիտական գործունեության հիմնական ուղղություններն են կենսաթաղանթների համակարգչային մոդելավորումը և մոլեկուլային դինամիկայի մեթոդով ուսումնասիրությունները:

Ի Դ Ե Պ

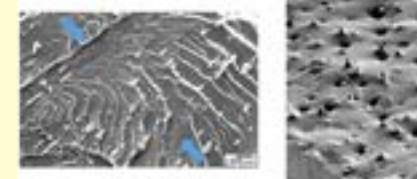
ԱՊԱԿԵ ՆԵՐԲԱՆՆԵՐՈՎ*

Ինչպես հայտնի է, Մոխրտիկը պարահանդես է գնացել բյուրեղապակե կոշիկով: Նման, բայց միանգամայն հարմարավետ կոշիկ են առաջարկել Տորոնտոյի (Կանադա) համալսարանի մասնագետները: Նրանք հայտնագործել են սառույցի վրա չսահող կոշիկի ներբան, որը պատրաստված է պոլիուրե-



թանից, որի մեջ ապակեթելք է դրված: Ապակե թելերի սուր ծայրերը դուրս են ցցվում ներբանից, որի արդյունքում այն դառնում է

զմռնիտի թղթի պես անհարթ և սառույցի վրա չի սահում: Ներբանի մաշվելուն զուգընթաց դրանից դուրս են գալիս մանրաթելի նոր սայրեր, և անհարթությունը չի վերանում:



* «Наука и жизнь», 2015, N 9.

ՎԱՌԵԼԻՔ՝ ԶՐԻՑ ԵՎ ՕԴԻՑ*

Գերմանիայի Դրեզդեն քաղաքում սկսել է աշխատել ջրից և օդից դիզելային վառելիք սինթեզող փորձնական սարք: Օդից առանձնացվում է ածխաթթու գազ, կատալիզատորներն այն վերածում են շմոլ գազի, որը միանում է ջրի էլեկտրոլիզից ստացված ջրածնի հետ: Ստացվում է ածխաջրածինների խառ-

* «Наука и жизнь», 2015, N 9.

նուրդ, որը պիտանի է դիզելային շարժիչի համար: Իսկ քանի որ սարքի և էլեկտրոլիզի համար պահանջվող էներգիան ստացվում է հողմաշարժիչից, գործընթացն էկոլոգիապես անթերի է: Սարքն արտադրում է օրական 160 լիտր «էկոլոգիական»

դիզվառելիք: Դրա մեկ լիտրը կարժենա 1-1,5 եվրո, այսինքն՝ որքան սովորական դիզվառելիքը կամ մի քիչ թանկ:



ՖԵՌՈՒԼԵԿՏՐԻԿՆԵՐ. ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ, ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹ- ՅՈՒՆՆԵՐԸ, ՍԻՆԹԵԶՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐՆ ՈՒ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Մաս 2

(Սկիզբը՝ Գիտության աշխարհում, N 3, 2017)

Կերջին տասնամյակներում քիմիան և նյութագիտությունը չափազանց կարևոր ներդրում են ունեցել միկրոէլեկտրոնիկայում կիրառվող նյութերի մշակման և հետազոտման գործում: Ժամանակակից քիմիայի և նյութագիտության հիմնական խնդիրներից մեկը տրված հատկություններով օժտված նոր նյութերի ստացումն ու սինթեզումն է, ինչպես նաև՝ այդ հատկությունների կառավարման և լավարկման մարտավարությունների մշակումը: Թեև արդի միկրո- և նանոէլեկտրոնային տեխնոլոգիաները հնարավորություն են տալիս ստանալու մի քանի ատոմային շերտերով

կառավարելի կառուցվածքներ, որոնք ցուցաբերում են ծավալային նմուշների համեմատությամբ էապես տարբեր հատկություններ, այնուամենայնիվ, առայժմ առկա են լուրջ դժվարություններ՝ կապված կառավարելի և վերարտադրելի պարամետրերով նանոկառուցվածքներում ֆեռոէլեկտրական (բազմաֆեռոիկ) կիսահաղորդիչ նանոթաղանթային սարքերի իրականացման հետ: Ավելին, թաղանթների ինքնակազմակերպումը մակերևույթում հանգեցնում է նոր, անկանխատեսելի հատկություններով օժտված միաչափ կամ «կետային» կառուցվածքների առաջացման: Հաստատված է, որ ֆեռոէլեկտ-

րիկների (ՖԷ-ներ) և դրանց վրա հիմնված սարքերի հիմնական պարամետրերը խստորեն կախված են պատրաստման տեխնոլոգիական ռեժիմներից ու պայմաններից, ինչպես նաև ՖԷ-ների բաղադրությունից ու բյուրեղական կառուցվածքից, արատներից ու դրանց բաշխումից: Օրինակ՝ մետաղ-օքսիդային կոմպոզիցիոն տիտանատների (տե՛ս ԳԱ, թ. 1, 2017) բնական և հիմնական անխուսափելի անկարգավորվածությունները (արատները) թթվածնի թափուրքներն են, որոնց առաջացումը և վարքը կախված են տեխնոլոգիական ռեժիմների ու ստացման մեթոդներից:



ՎԱՀԵ ԲՈՒՆԻԱԹՅԱՆ

տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, ՀԱՊՀ «Միկրոէլեկտրոնիկա և կենսաբժշկական սարքեր» ամբիոնի պրոֆեսոր Գիտական հետաքրքրությունների ոլորտը՝ կիսահաղորդչային և նանոէլեկտրոնային սարքերի ֆիզիկա, բարձրջերմաստիճանային գերհաղորդիչներ, ֆեռոէլեկտրիկներ և դրանց հիմքով քիմիական (կենսաբժշկական) զգայակներ

Բարդօքսիդային ՖԷ խեցեղենների սինթեզման եղանակներ

Եթե դիտարկենք միայն խեցեղեն կառուցվածքները, ապա այսօր կարելի է առանձնացնել նշված երկու գիտական ուղղությունների՝ քիմիայի և նյութագիտության հետևյալ հիմնական դերակատարությունները.

- ինքնատիպ կիրառությունների համար անհրաժեշտ բաղադրությամբ, ատոմական կառուցվածքով և հատկություններով օժտված նոր նյութերի սինթեզում,
- սինթեզված նյութերից խեցեղեն և նրբաթաղանթային կառուցվածքների պատրաստման տեխնոլոգիաների մշակում:

Ինչպես նշվեց, գրեթե բոլոր բարդօքսիդային բազմաբաղադրիչ նյութերի ֆիզիկաքիմիական հատկությունները պայմանավորված են սինթեզման մեթոդի, բաղադրիչների համամասնության և համապատասխան տեխնոլոգիական ռեժիմների ընտրությամբ: Հետևապես, վերը նշված հանգամանքներն էական նշանակություն ունեն տվյալ նյութերի բաղադրությունը, կառուցվածքն ու հատկությունները վերահսկելու գործում:

Անօրգանական բարդ օքսիդային և համակցված փոշե-նյութերի (այնուհետև՝ դրանց թրծման միջոցով խեցիների) ստացման բազմաթիվ եղանակներից կարելի է առանձնացնել՝

- ա. օքսիդների խառնման և ջերմաձնշման դասական (օքսիդային),
- բ. աղերի ջերմային տրոհման (աղային),
- գ. աղերի կամ հիդրօքսիդների

համատեղ ձևավորման (համաստեցման),

դ. ինքնատարածվող բարձրջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՍ),

ե. «տլ-գել» սինթեզի եղանակները:

Ստացման մեթոդների բազմազանությունը պայմանավորված է արտադրության և նյութի հատկությունների պահանջներին ամբողջությամբ բավարարող արդյունքների բացակայությամբ: Տարատեսակ տեխնոլոգիական հնարքների առկայությունը հնարավորություն է տալիս ընտրելու տվյալ նյութի ստացման համար լավագույն տեխնոլոգիա:

Թվարկված եղանակներից համեմատաբար նոր ԻԲՍ մեթոդի հիմքում ընկած է երկու կամ ավելի քիմիական տարրերի կամ միացությունների ջերմանջատիչ (էկզոթերմային) փոխազդեցության ռեակցիան, որն ընթանում է ուղղորդված այրման ռեժիմում: Գործընթացի իրականացման համար ելանյութերի խառնուրդում կատարվում է ռեակցիայի տեղային հարուցում, որից հետո առաջացած այրման ալիքը տարածվում է ամբողջ համակարգով՝ այն վերածելով նպատակային նյութի: Այրման ալիքում առաջացող բարձր ջերմաստիճանն ապահովում է ելանյութերի ամբողջական ձևափոխում վերջնական բարձրորակ նյութի: Ռեակցիայի ջերմաստիճանը և այրման ալիքի տարածման արագությունը կախված են սինթեզման համակարգի ֆիզիկական, քիմիական և տեխնոլոգիական պարամետրերից, որոնք հեշտ կառավարելի են:

ԻԲՍ մեթոդն ունի մի շարք

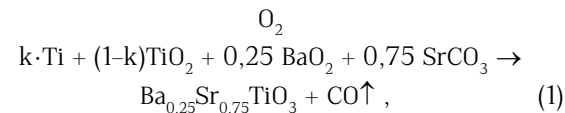
առավելություններ՝ օգտագործվող սարքավորումների պարզություն, էկոլոգիական մաքրություն, սինթեզվող նյութի քիմիական կազմության բարձր մաքրության, ֆազային բաղադրության ու միկրոկառուցվածքի կարգավորման հնարավորություն, սինթեզման կարճ ժամանակ և էներգածախսի բացակայություն, բարձր արտադրողականություն: Փոփոխելով նախնական խառնուրդի բաղադրիչները և այրման պայմանները՝ հնարավոր է ստանալ տրված քիմիական և ֆազային բաղադրությամբ բազմաֆազ նյութեր: ԻԲՍ տեխնոլոգիայի կարևոր առանձնահատկությունն այն է, որ հնարավոր է ստանալ էականորեն բարելավված պարամետրերով կոմպոզիցիոն նյութեր՝ ավանդական եղանակների միջոցով ստացված, նույն բաղադրությամբ նյութերի համեմատությամբ: Քանի որ գիտական ու արտադրական շրջանակներում ներկայում ընդունվում է, որ ԻԲՍ մեթոդն ամենաարդյունավետն ու հեռանկարայինն է, փոքր-ինչ ավելի հանգամանակից ծանոթանանք դրա էությանը: Նկ. 1-ում սխեմատիկորեն ներկայացված է ԻԲՍ-ի լաբորատոր սարքավորումը¹: ԻԲՍ գործընթացների հիմնական բնութագրերը՝ այրման ալիքի տարածման արագությունը և առավելագույն ջերմաստիճանը պայմանավորված են քիմիական փոխարկման ժամանակ ջերմանջատման և բոցավառվող տաք գոտուց դեպի ելանյութերի բովանդակության հարակից շերտ ջերմության փոխանցման գործընթացներով:

¹ Համակարգը մշակվել է ՀԱՊՀ-ի «Միկրո- և նանոէլեկտրոնիկա» բազային լաբորատորիայում:

ԻԲՄ բնութագրերը և դրանց տիպական արժեքները

Բնութագիր	Արժեք
Այրման ալիքի առավելագույն ջերմաստիճանը	$T_{u} = (700-3500) \text{ }^{\circ}\text{C}$
Այրման ալիքի տարածման արագությունը	$U_{u} = (0,1-20) \text{ սմ/վ}$
Սինթեզման գոտու լայնությունը	$L = (0,01-0,5) \text{ սմ}$
Նյութերի տաքանալու արագությունը	$W = (10^3-10^6) \text{ }^{\circ}\text{C /վ}$
Հարուցման ջերմաստիճանը	$T_{h} = (700-2000) \text{ }^{\circ}\text{C}$
Հարուցման տևողությունը	$t = (0,05-5,0) \text{ վ}$

ԻԲՄ-ի գործընթացը նկարագրող հիմնական բնութագրերը և դրանց տիպական արժեքները բերված են Աղ. 1-ում: Օրինակ՝ այս մեթոդով $Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO_3$ -ի փոշենյութի ստացման համար որպես ելանյութեր օգտագործվել են՝ բարիումի գերօքսիդ (BaO_2), տիտանի օքսիդ (TiO_2), ստրոնցիումի կարբոնատ ($SrCO_3$), որպես վառելիք՝ տիտանի փոշի (Ti), իսկ որպես օքսիդիչ՝ թթվածին (O_2), որոնց դեպքում ԻԲՄ-ն ընթանում է ըստ (1) քիմիական ռեակցիայի:



որտեղ k -ն ռեակցիայի ջերմանջատումը կարգավորող գործակից է:

Այս համակարգում ԻԲՄ գործընթացի սկզբնավորման և իրականացման համար անհրաժեշտ ջերմությունն անջատվում է մետաղի (Ti) օքսիդացումից:

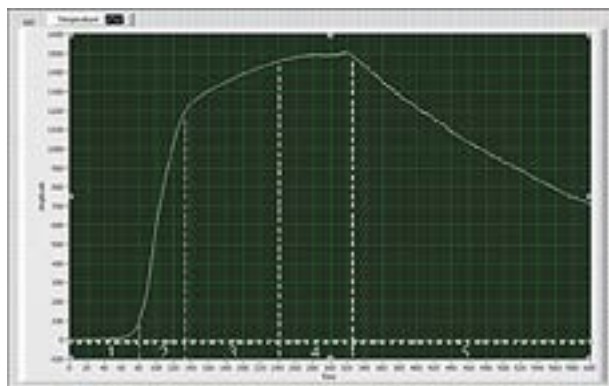


Աղ. 1. Լաբորատոր ԻԲՄ սարքավորման սխեման. 1. քվարց խողովակ, 2. քվարց պնակ, 3. ելանյութերի փոշենյութի խառնուրդ, 4. շիկացման պարույր, 5. ջերմազույգ, ՀԲ՝ հարուցման բլոկ, Ու՝ ուժեղարար, SՀՄ՝ տվյալների հավաքման սարք

Նշենք այս մեթոդով ստացված որոշ փոշենյութերի բնութագրեր. BaO_2 ՝ հատիկների չափերը չեն գերազանցում 2 մկմ, իսկ դրանցում հիմնական

նյութի պարունակությունը՝ 99,8 զանգ.%, Ti՝ համապատասխանաբար 5մկմ և 99 զանգ. % և այլն:

Որքան մեծ լինի k գործակիցը, այնքան մեծ կլինի ելանյութերի խառնուրդում վառելիքի քանակությունը, որից էլ կախված է խառնուրդի այրման ջերմաստիճանն ու այրման ճակատի տարածման արագությունը: Այրման գործընթացն իրականացնելու համար խառնուրդը տեղադրվում է քվարցե ռեակտորի մեջ (նկ.1): Շիկացման պարույրի օգնությամբ խառնուրդին տրվում է կարճատև ջերմային իմպուլս, որի արդյունքում ձևավորված այրման ճակատը տարածվում է խառնուրդի ամբողջ ծավալով՝ փոխակերպելով այն բարիում-ստրոնցիումի տիտանատի(BST): Քանի որ ելանյութերի խառնուրդը պարունակում է $SrCO_3$, ապա վերջինիս քայքայումից անջատվում է CO գազ: Գործընթացը տևում է տասնյակ վայրկյաններ:



Աղ. 2. $0,93Ti+0,07 TiO_2+0,25 BaO_2+0,75 SrCO_3$ համակարգում ռեակցիայի տարբեր փուլերում ջերմաստիճանային կորի տեսքը. 1. ելանյութերի խառնուրդի հում վիճակ, 2. տաքացման գոտի, 3. հիմնական այրման գոտի, 4. կառուցվածքագոյացման գոտի, 5. $Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO_3$ -ի ձևավորում

Նկ. 2.-ում պատկերված է BST-ի ստացման ԻԲՄ գործընթացի ժամանակային տրամագիրը:

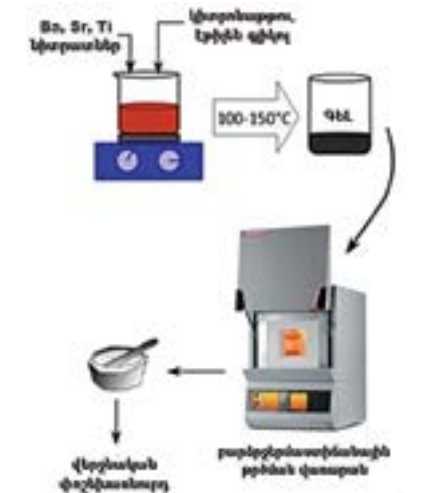
Գործընթացը տրոհվում է հինգ հիմնական ջերմային գոտիների: Առաջին (1) գոտին համապատասխանում է ելանյութերի բովանառման հում վիճակին, որտեղ տեղի է ունենում ելանյութերի սկզբնական տաքացումը: Երկրորդ (2) տաքացման գոտին է, որի ընթացքում ձևավորվում է այրման ճակատը, սկսվում է Ti-ի փոշու օքսիդացումը: Երրորդ (3) գոտին հիմնական այրման շրջանն է, որի ընթացքում տեղի են ունենում քիմիական փոխարկումներ, ջերմանջատման գործընթացներ, Ti-ի ակտիվ օքսիդացման հետևանքով ձևավորվում են միջանկյալ նյութեր: Չորրորդ (4) գոտում տեղի են ունենում ելանյութերի և միջանկյալ նյութերի միջև երկրորդային ռեակցիաներ և կառուցվածքագոյացման գործընթացներ: Չորրորդ գոտում ռեակցիայի ջերմաստիճանը հասնում է իր առավելագույն արժեքին (օրինակ՝ $k=0,93$ դեպքում առավելագույն ջերմաստիճանը 1500°C է): Հինգերորդ (5) գոտին հիմնական նյութի ձևավորման շրջանն է, որում բովանառման հում վառելիքի զուգընթաց սկսվում է ձևավորվել-սինթեզվել բարիում-ստրոնցիումի տիտանատը: Փորձական արդյունքները ցույց են տվել, որ (1)-ում ԻԲՄ սկզբնավորելու և պահպանելու համար անհրաժեշտ է k -ն վերցնել 0,7 և ավելի (16% և ավելի տիտանի փոշի): Ավելի փոքր արժեքների դեպքում ԻԲՄ գործընթացը կամ չի սկզբնավորվում, կամ կարճ ժամանակ հետո այրման գործընթացը մարում է: Ելանյութերի խառ-

նություն վառելիքի՝ Ti-ի փոշու քանակության մեծացմանը զուգընթաց աճում է ինչպես այրման ջերմաստիճանը, այնպես էլ այրման ճակատի արագությունը: $k=0,93$ արժեքից (22%Ti-ի փոշի) սկսած՝ այրման ջերմաստիճանը և ճակատի տարածման արագությունը կտրուկ աճում են, որը պայմանավորված է հետևյալ հանգամանքով: Ինչպես հայտնի է, այրման գոտին տարածվում է վառվող տեղամասից դեպի բովանառման հարակից շերտը ջերմության փոխանցման հաշվին, այսինքն՝ հարակից հում շերտը տաքանում է մինչև այրման ջերմաստիճանն ու բռնկվում, ընդ որում, փոխանցված ջերմաքանակը հիմնականում կախված է երկու գործոններից՝ համակարգի ջերմահաղորդականությունից և վառվող ու հարակից հում շերտերի միջև ջերմային գրադիենտից:

Ռենտգենադիֆրակտային հետազոտությունները (նկ. 4, b գրաֆիկը) ցույց են տվել, որ այրման ցածր ջերմաստիճանի (վառելիքի քիչ քանակությամբ) դեպքում ԻԲՄ գործընթացն ավարտվում է Ti-ի փոշու օքսիդացումով, և սինթեզված նյութի մեջ մնում են որոշակի քանակությամբ ելանյութեր՝ TiO_2 , BaO :

Ցիտրատ-գել սինթեզման (ՑԳՄ) մեթոդը պատկանում է այսպես կոչված «Մոլ-գել գործընթաց»-ի դասին, որը լայն կիրառություն է գտել պերովսկիտների սինթեզման բնագավառում: ՑԳՄ-ն, ինչպես և ԻԲՄ-ը, տնտեսապես շահավետ, պարզ սինթեզման մեթոդ է: Այն կարելի է ներկայացնել հետևյալ

փուլային հաջորդականությամբ. **ԵԼԱՆՅՈՒԹԵՐ (հիմնականում՝ նիտրատներ) \Rightarrow ՍՈԼ \Rightarrow ԳԵԼ \Rightarrow ՕԲՍԻԴ**



Աղ. 3. Ցիտրատ-գել սինթեզի ընթացակարգը

Ելանյութերից վերջնական ֆազային այս անցումն ապահովվում է նկ. 3-ում բերված ընթացակարգով: Օրինակ՝ BST-ի սինթեզի համար որպես ելանյութեր օգտագործում են՝ բարիումի նիտրատ ($Ba(NO_3)_2$, 99,98%); ստրոնցիումի նիտրատ ($Sr(NO_3)_2$, 99%); տիտանի բուտօքսիդ ($Ti(OCH_2CH_2CH_2CH_3)_4$, 97%): ՑԳՄ-ի մեթոդով 900°C -ում ջերմանշակված BST ՖԷ բարդօքսիդային փոշենյութը մանրացվում է ագարթե հավանգով (արդյունքում ստացվում է նանոհատիկային փոշենյութ), որից հետո փոշենյութը 5–10 տոննա կշռի ազդեցությամբ մեկ ու կես բուլե ենթարկվում է չոր մամլման: Թրծումներն անհրաժեշտ է իրականացնել բարձրջերմաստիճանային (մինչև 1500°C ջերմաստիճան) վառարանում: BST-ի խեցիները հիմնականում թրծվում են $1000-1450^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանային միջակայքում: Թե՛ ՑԳՄ-ի և թե՛ ԻԲՄ-ի մեթոդներով

ստացված BST փոշենյութերի ռենտգենադիֆրակտային վերլուծությունը, որը կատարվել է ոչ միայն սենյակային ջերմաստիճանում, այլև ջերմաստիճանային լայն տիրույթում՝ 900–1250 °C, ցույց է տվել, որ 8ԳՍ-ով ստացված BST-ն գերծ է TiO₂ և BaO խառնուրդներից (սկ.4.ա գրաֆիկը):

Բարդօքսիդային և համակցված նյութերի ստացման վերը նշված հիմնական եղանակներից բացի, մշակվել են նաև այլ եղանակներ՝ էլեկտրոլիտային, կրիոքիմիական, պլազմային և այլն: Սակայն մի շարք թերությունների և տեխնոլոգիական դժվարությունների պատճառով այս եղանակներն ունեն միայն լարբատոր կիրառություններ:

Վերոնշյալ բոլոր եղանակներն էլ ունեն որոշակի թերություններ՝ կապված գիտահետազոտական նպատակներով փոքրաքանակ սինթեզի և լայնածավալ արտադրության հետ: Ամենալայն տարածում ունեն օքսիդային (դասական) և ԻԲՍ

եղանակները, որոնք ապահովում են սինթեզվող նյութերի ցանկալի ցուցանիշներ:

ՖԷ նանոթաղանթային կառուցվածքների ստացման տեխնոլոգիաները

Անհրաժեշտ բյուրեղային կառուցվածքով, տարրաչափությամբ և մաքրությամբ բարդ օքսիդային համակցված նյութերի թաղանթների ստացումը կապված է մի շարք խնդիրների հետ: Առավել դժվար է միաբյուրեղային թաղանթների և հետերոկառուցվածքների ստացումը: Այդ ուղղությամբ կատարվել են մեծածավալ հետազոտություններ, և կան արտադրական սնուշներ: Միաբյուրեղային թաղանթների ստացման համար կարևոր է տակդիրի և թաղանթի բյուրեղային հաստատունների և ջերմաստիճանային ընդարձակման գործակիցների իրար մոտ արժեքներ ունենալը: Էպիտաքսային թաղանթներ հաջողվել է ստանալ բարդ օքսիդային տակդիրների վրա (SrTiO₃, MgO): Թաղանթ-տակդիր բյուրեղների

ցանցի հաստատունների տարբերության հետևանքով առաջացած մեխանիկական լարումների ազդեցությունը թաղանթների էլեկտրաֆիզիկական հատկությունների վրա ունի տարատեսակ բնույթ և առանձին լուրջ և մանրակրկիտ քննարկման թեմա է: ՖԷ թաղանթները գերազանցապես նստեցվում կամ աճեցվում են որպես տակդիր ծառայող ստորին էլեկտրոդի վրա, որի համար հիմնականում օգտագործվում են բարդօքսիդային հաղորդիչ նյութեր (Nd:SrTiO₃, SrRuO₃, YBa₂Cu₃O₇), անհաղորդիչ օքսիդներ (SiO₂, MgO, լեգիրված ZnO, In₂O₃) և ազնիվ մետաղներ՝ հիմնականում Pt: Որոշ ՖԷ համակցված բարդօքսիդային նյութերի թաղանթների ստացման ժամանակ դիտվել են ինքնահավաքման (self-assembly) երևույթներ: Դրանք կարող են նպաստել անհրաժեշտ հատկություններով թաղանթների ստացմանը, որի պատճառով ներկայում լայնորեն հետազոտվում են:

Կարևոր խնդիր է բարդօքսիդային նյութերի թաղանթների ստացման սիլիցիումային տեխնոլոգիայի հետ համատեղելի եղանակների մշակումը: Այս դեպքում կարևոր է ինչպես տեխնոլոգիայի արդեն զանգվածային արտադրությունում օգտագործվելու հանգամանքը, այնպես էլ՝ թաղանթների ստացման ռեժիմների համատեղելիությունն ինտեգրալային միկրոսխեմաների արտադրության ժամանակակից գործընթացների հետ: Այս նյութերի թաղանթների ստացման բարդությունը պայմանավորված է նաև դրանց տարրաչափության վերարտադրության խնդիրներով: Ներկայում ուսումնասիրվող նյութերի բաղադրության

մեջ մտնում է մինչև 10 տարր, և առաջնային կարևորություն ունի անհրաժեշտ տարրաչափության ապահովումը: Հաջորդ կարևոր խնդիրը թթվածնի պակասորդի վերականգնումն է, որն անխուսափելիորեն առաջանում է խեցիների ու թաղանթների ստացման ժամանակ: Թթվածնի պակասորդը վերականգնելու նպատակով ստացված թաղանթները թթվածնի միջավայրում ենթարկվում են լրացուցիչ թրծման:

ՖԷ բարդօքսիդային նյութերի թաղանթների ստացման հիմնական եղանակները բաժանվում են երկու խմբի՝ քիմիական և ֆիզիկական: Քիմիական եղանակներն իրենց հերթին բաժանվում են երկու խմբի՝ լուծույթից քիմիական նստեցմամբ (chemical solution deposition-CSD) և գոլորշու քիմիական նստեցմամբ (chemical vapor deposition-CVD) տեխնոլոգիաներ:

Լուծույթից քիմիական նստեցման եղանակներից առավել լայն կիրառություն է գտել է սոլ-գել մեթոդը: Այն բազմակողմանի լուծումներ առաջարկող տեխնոլոգիական գործընթաց է թաղանթներ, խեցի և ապակի պատրաստելու համար: Ընդհանուր դեպքում այս մեթոդում կատարվում է անցում հեղուկ (sol) ֆազից պինդ (gel- դոնդրանման) ֆազային վիճակ: Սոլ-գել մեթոդով կարելի է ստանալ բարակ թաղանթներ՝ սկսած մի քանի տասնյակ նանոմետր հաստությունից: Այս եղանակով հաջողությամբ ստացվել են մի շարք ՖԷ նյութերի թաղանթներ, սակայն համակցված նյութերի ստացումն առանձնակի բարդություն է ներկայացնում:

Գոլորշու քիմիական նստեցման եղանակներից լայն կիրա-

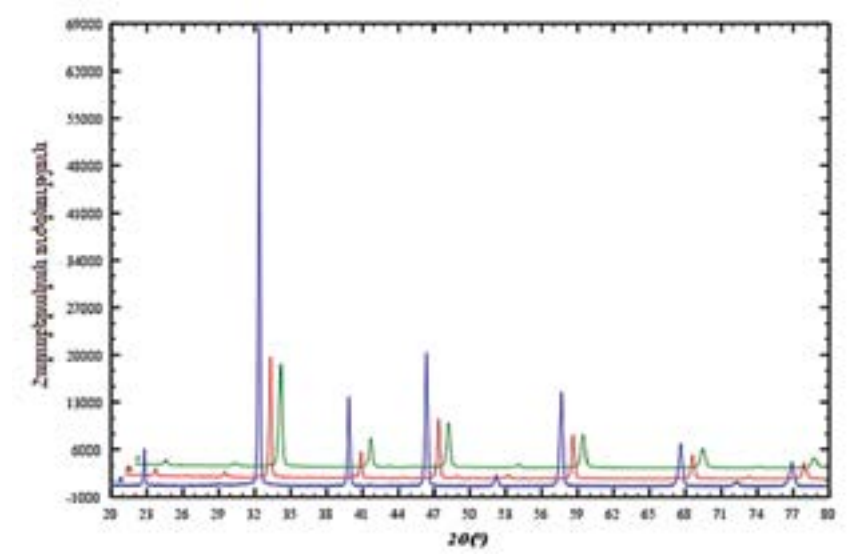
ռություն է գտել մետաղօրգանական գոլորշու քիմիական նստեցումը (metalorganic chemical vapor deposition-MOCVD): MOCVD մեթոդը մետաղօրգանական նյութերի ջերմային քայքայմամբ բարակ թաղանթների ստացման և էպիտաքսային աճեցման եղանակ է: Այս մեթոդն իրականացվում է մի քանի կիլոպասկալ ճնշմամբ մետաղօրգանական նյութերի գոլորշիների օգտագործմամբ: Մետաղօրգանական նյութերի գոլորշիները կրող գազի (H₂, N₂) օգնությամբ տարվում են ռեակտոր, որտեղ ենթարկվելով ջերմային քայքայման՝ նստում են տակդիրի վրա: Հիմնական թերություններն են՝ թանկարժեք և բարդ ղեկավարմամբ սարքերի առկայությունը, օգտագործվող նյութերի արժեքը և թունավորությունը:

Թաղանթների ստացման ֆիզիկական (վակուումային) եղանակները, որոնք ունեն առավել լայն տարածում և օգտագործվում են ինտեգրալային միկրոսխեմաների արտադրությունում, բաժանվում են իրարից էականորեն տարբերվող անընդհատ և իմպուլսային նստեցման եղանակների:

Անընդհատ եղանակների թվին են պատկանում ջերմային գոլորշենստեցումը, կաթոդային փոշենստեցումը և մոլեկուլաձառաքայթային էպիտաքսիան: Բարդօքսիդային նյութերի թաղանթների ստացումը հնարավոր է միայն կաթոդային փոշենստեցման տարատեսակ բարձրհաճախային (ԲՀ) մագնետրոնային փոշենստեցումը հնարավորություն է տալիս ստանալու դիէլեկտրական նյութերի թաղանթներ: Այս մեթոդով

ստացվել են բարձրորակ ֆեռոէլեկտրական թաղանթներ: Բազմաթիրախային մագնետրոնային փոշենստեցմամբ հնարավոր է ստանալ պինդ լուծույթների թաղանթներ: Հիմնական թերություններն են՝ օգտագործվող թիրախների մեծ չափերը, դրանց որակի նկատմամբ բարձր պահանջները և նստեցման փոքր արագությունը:

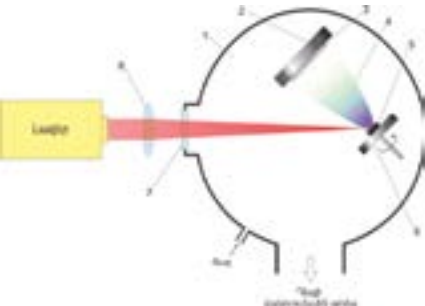
Իմպուլսային եղանակներից են՝ միկրոպայթմամբ գոլորշենստեցումը և լազերաիմպուլսային փոշենստեցումը: Այս երկուսից առավել ձկուն և համապիտանի տեխնոլոգիա է լազերաիմպուլսային փոշենստեցումը (ԼԻՓ), որը լայն հնարավորություն է ստեղծում բարդօքսիդային համակցված նյութերի տարրաչափային թաղանթների ստացման համար: Այս գործընթացները հիմնված են նյութի հետ լազերային ճառագայթման փոխազդեցության վրա: ԼԻՓ եղանակը հնարավորություն է տալիս ստանալու կամայական նյութի թաղանթ, մինչև իսկ օրգանական նյութերի թաղանթներ, ինչպես նաև բարդօքսիդային նյութերի, համակցված օքսիդների, սիտրիդների, կարբիդների, պարզ և բարդ կիսահաղորդիչների, ավաստանման ածխածնի, պոլիմերների և այլ նյութերի թաղանթներ: Վերջին տարիներին ԼԻՓ-ով ստացվել են բազմաթիվ ՖԷ նյութեր՝ (Ba,Sr)TiO₃, Pb(Zr,Ti)O₃, YMnO₃: ԼԻՓ տեխնոլոգիաներն օգտագործվում են ոչ միայն շերտերի նստեցման, լեգիրման, տոպոլոգիայի ձևավորման, ամորֆ և բազմաբյուրեղային շերտերի բյուրեղացման և ինտեգրալային մեծ սխեմաների (ԻՄՍ) հավաքման (ծակում, կտրում, գո-



Սկ. 4. 8ԳՍ-ով (a), և ԻԲՍ-ով (b) ստացված BST խեցեղենի (թրծված օդի միջավայրում, 1300 °C-ում՝ 4 ժամ տևողությամբ) ռենտգենադիֆրակտային պատկերը (30 °C-ում), ԻԲՍ-ով (c) ստացված BST խեցեղենի (թրծված 4q10⁻⁷ մթն ճնշման և 1150°C-ում՝ 30 րոպե տևողությամբ) ռենտգենադիֆրակտային պատկերը (30°C-ում)

դում, եռակցում) համար: Քանի որ էներգիայի աղբյուր լազերը վակուումային խցիկից դուրս է, և լազերային փունջը վակուումային խցիկ մուտք է գործում պատուհանի միջով, ապա հեշտությանը կարելի է փոփոխել նստեցման պայմանները՝ հարթակի ջերմաստիճանը և գազի ճնշումը: Որպես լազերային ճառագայթման աղբյուր օգտագործվում են KrF կամ ArF գազերով էքսիմերային, ինչպես նաև YAG պինդարմային լազերներ: Մեկ իմպուլսի ընթացքում նստեցված թաղանթի հաստությունը 0,1–10 Å է: Նստեցման արագությունը կախված է իմպուլսների կրկնման հաճախությունից (1–15 Հց) և կարող է հասնել մինչև 10 նմ/վ-ի: ԼԻՓ-ի կարևոր առանձնահատկություններից է արդյունաբար վակուումի բարձր աստիճանը, որը շերտի ստացման կարճ ժամանակի (10⁻⁶ վ) արդյունք է: Դա հնարավորություն է տալիս համեմատաբար ցածր վակու-

ումի պայմաններում ստանալու բարձր մաքրությամբ նանոչափային թաղանթներ: Լազերախնայուլային փոշենստեցման տեղակայանքի պարզեցված կառուցվածքը պատկերված նկ. 5-ում:



Նկ. 5. ԼԻՓ-ի տեղակայանքի սկզբունքային սխեման. 1. վակուումային խցիկ, 2. հարթակի տաքացվող հենարան, 3. հարթակ, 4. պլազմային ջահ, 5. թիրախ, 6. թիրախի պտտվող հենարան, 7. քվարցե պատուհան, 8. օպտիկական համակարգ

Լազերային փոշենստեցման տեղակայանքը բաղկացած է վակուումային խցիկից (1), իմպուլսային լազերից, օպտիկական համակարգից (8),

ներխցիկային համասարքից: Վերջինս ներառում է հարթակի տաքացվող հենարանը (2) և թիրախի պտտվող հենարանը (6): ԼԻՓ-ի տեղակայանքում վերջին տարիներին ներառվում են նաև նստեցվող թաղանթի պարամետրերի՝ այսպես կոչված «տեղում» (in situ) վերլուծության տարատեսակ համակարգեր: Օպտիկական համակարգը լազերային ճառագայթն ուղղորդում և կենտրոնացնում է թիրախի մակերևույթին: Լազերային ճառագայթը խցիկ մուտք է գործում քվարցե (7) պատուհանի միջով: Կիզակետված լազերային ճառագայթը, ընկնելով թիրախի վրա՝ առաջացնում է տեղային քայքայում (գոլորշիացում), որի արդյունքում ձևավորվում է լազերային պլազմայի ջահը (4): Կիզակետում կատարվում է էներգիայի խտությունը մեծացնելու նպատակով (1,2–3 Ջ/սմ²):

Աղյուսակ 3

Թաղանթային տեխնոլոգիաների առավելություններն ու թերությունները

Մեթոդ	Առավելություններ	Թերություններ
Սոլ-գել	<ul style="list-style-type: none"> Մեծ մակերեսով համասեռություն Բաղադրության հեշտ կառավարում Մթնոլորտային պայմաններ 	<ul style="list-style-type: none"> Թունավոր նյութեր Վատ կրկնելիություն Բարձրջերմաստիճանային գործընթաց Մնացորդային կեղտոտություն
MOCVD	<ul style="list-style-type: none"> Ցածրջերմաստիճանային գործընթաց Ծածկման բարձր աստիճան 	<ul style="list-style-type: none"> Թունավոր նյութեր Ցածր համասեռություն Վատ կրկնելիություն Նստեցման փոքր արագություն Մնացորդային կեղտոտություն
ԲՀ մագնետրոնային փոշենստեցմամբ	<ul style="list-style-type: none"> Մեծ մակերեսով համասեռություն Կրկնելիություն Մնացորդային կեղտոտության բացակայություն 	<ul style="list-style-type: none"> Նստեցման փոքր արագություն Մեծ չափերի թիրախ
ԼԻՓ	<ul style="list-style-type: none"> Նստեցման մեծ արագություն Մատչելիություն և պարզություն Փոքր չափերի թիրախ Թիրախի տարրաչափության վերարտադրություն Մնացորդային կեղտոտության բացակայություն 	<ul style="list-style-type: none"> Ծածկման փոքր մակերես Ըստ հաստության փոքր համասեռություն

Ի Դ Ե Պ

ԲԱՆԱՍՏԵՂԾԻ ՆՎԵՐԸ



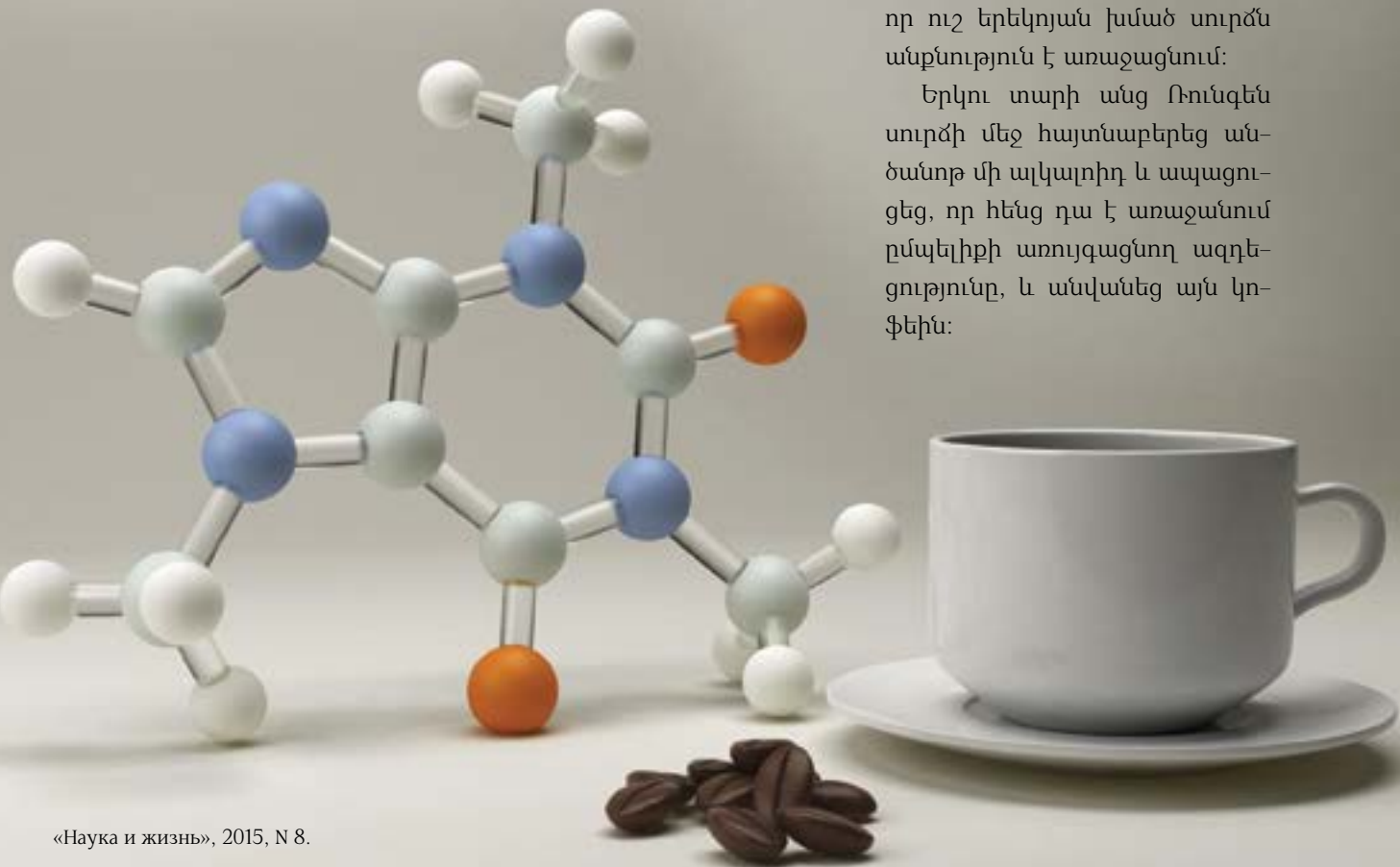
1819 թ. գերմանացի հռչակավոր բանաստեղծ Յոհան Գյոթեն իր տուն էր հրավիրել քիմիկոս Ֆերդինանդ Ռունգեին, որպեսզի նա ցուցադրի, թե ինչպես է ատրոպինը լայնացնում աչ-

քի բիրերը: Բանաստեղծը, որին հետաքրքրում էին բնական գիտությունները և որն անգամ ստեղծել էր գունավոր տեսողության իր յուրօրինակ տեսությունը, ցուցադրության համար

առաջարկեց իր կատվին: Նա փորձի համար ջերմ շնորհակալություն հայտնեց քիմիկոսին և հրաժեշտ տալիս մեկնեց սուրճի փոքրիկ փաթեթ.

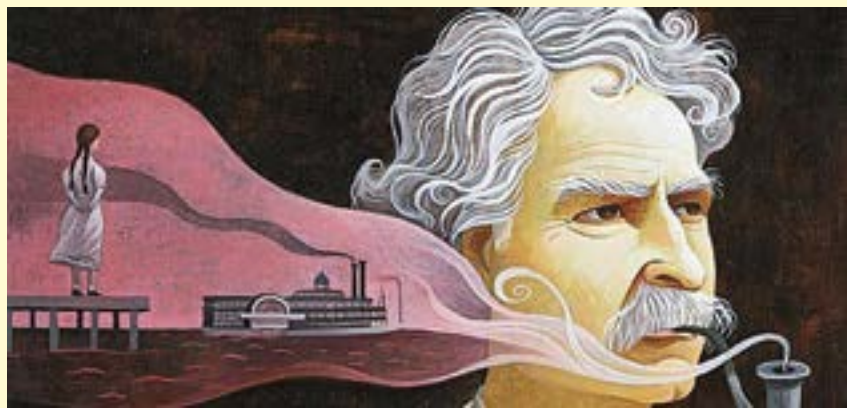
– Ուսումնասիրեք սուրճի հատիկները: Ի՞նչ կա դրանցում, որ ուշ երեկոյան խմած սուրճն անքնություն է առաջացնում:

Երկու տարի անց Ռունգեն սուրճի մեջ հայտնաբերեց անծանոթ մի ալկալոիդ և ապացուցեց, որ հենց դա է առաջանում ընկելիքի առույգացնող ազդեցությունը, և անվանեց այն կոֆեին:



«Наука и жизнь», 2015, N 8.

ՄԱՐԿ ՏՎԵՆԸ ԵՎ ԿՈԿԱԻՆԻ ՎԱՃԱՌՔԸ



Մեմյուել Կլեմենսը՝ ապագա հռչակավոր գրող Մարկ Տվենը, երիտասարդ տարիներին աշխատում էր որպես գրաշար և հաճույքով կարդում էր շարվող գրքերը: Մի անգամ տպարանում տպագրվում էր գիրք՝ Անագոն գետով կատարված ճանապարհորդության մասին: Մեմյուելը կարդաց, որ Անագոնիայում հայտնի է կոկա հրաշալի բույսը, որը, ինչպես ասվում էր գրքում, շատ սննդարար է: Կոկայի չորացած տերևների մի պտղունցը թույլ է տալիս տեղացիներին դժվար լեռնային անցումների ժամանակ յուրաքանչյուր անգամ ուտելու և հանգստի: Երիտասարդը որոշեց մեկնել Հարավային Ամերիկա և սկսել «սննդարար բույսի» առևտուր նախ՝ ԱՄՆ-ում, ապա՝ նաև ամբողջ աշխարհում, որն անկասկած թույլ կտար վաստակել միլիոններ:

1857 թ., թողնելով աշխատանքը տպարանում, գրաշարը Միսիսիպիով ուղևորվեց դեպի հարավ՝ այն հույսով, որ կա-

րող է հասնել մինչև Անագոնիա: Բայց իմանալով, որ գետային փոխադրամիջոցով հնարավոր չէ հասնել Բրազիլիա, մնաց Նոր Օռլեանում: Այստեղ նա ծանոթացավ մի նավատարի հետ, որը երիտասարդին ծանոթացրեց իր արհեստի նրբություններին: Եվ շուրջ երկու տարի ապագա գրողն աշխատեց որպես գետային նավերի նավատար, որի մասին հետագայում գրեց իր երկու գրքերում:

Իսկ ինչ վերաբերում է չափազանց սննդարար բույսին, որը թույլ էր տալիս չնկատել քաղց և հոգնածություն, ապա գրեթե նույն ժամանակ, երբ Մեմյուել Կլեմենսը մտադրվել էր ձանձվա ընկնել այն որոնելու նպատակով, գերմանացի քիմիկոս Ալբերտ Նիմանը կոկայից զատեց մի ալկալոիդ և անվանեց այն կոկաին (1860 թ.): Այդ թմրանյութի վտանգավորությունը պարզվեց ավելի ուշ, մինչ այդ տասնյակ տարիներ դրա հիման վրա պատրաստում էին դեղամիջոցներ, այդ թվում նաև երեխաների համար:

ՀԻՆ ՀՌՈՄԻ ԱՆԹԱՓՈՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Իսպանացի և ֆրանսիացի հնագետները պեղումներ են կատարում Սևիլիայում, որտեղ հայտնաբերվել են ձիթապտղի յուղի ստացման հին հռոմեական արտադրության մնացորդներ: Հռոմեական համայնքների շարքում Իսպանիան հայտնի էր որպես ամենագերազանց որակի ձիթապտուղ և յուղ մատակարարող: Ձիթահանքն աշխատել է 220-270 թթ. և արտադրել է տարեկան 7000 սափոր յուղ՝ 490 հազար լիտր ընդհանուր ծավալով: Սափորները պատրաստվել են տեղում, ընդ որում՝ դրանք թրծվել են երկու վառարաններում, իսկ որպես վառելիք օգտագործվել է ձիթապտղի քուսպը: Այսպիսով՝ անթափոն արտադրության գաղափարը ծնվել է դեռևս մեր թվարկության արշալույսին:



ՄԱՅՐԵՆԻ ԼԵԶՈՒՆ ՀԵՏՔ Է ԹՈՂՆՈՒՄ ՈՒՂԵՂՈՒՄ

Փորձի համար կանադացի հոգեբանները հավաքել են 9-ից մինչև 17 տարեկան 48 աղջիկ՝ բաժանելով նրանց երեք խմբի՝ ֆրանսերենին տիրապետողներ, ֆրանսերենից բացի նաև չինարեն իմացողներ և չինուհիներ, որոնց որդեգրել են կանադական ընտանիքներ մինչև մեկ տարեկան հասակը, այսինքն՝ մինչև այն տարիքը, երբ նրանք կսկսեին խոսել մայրենի լեզվով: Նրանց ուղեղն ուսումնասիրվել է միջուկամագնիսային շերտագրման օգնությամբ, որի ընթացքում նրանք լսում էին չինարեն խոսք: Պարզվել է, որ չինարեն չհասկացող կանադացի աղջիկների ուղեղում այդ լեզվի ձայներն ակտիվացրել են այն հատվածները, որոնցում մշակվում են երաժշտության ձայները: Չինարեն իմացողների ուղեղում ակտիվացել են խոսքի կենտրոնները: Նույնը կատարվել է նրանց հետ, ովքեր չեն հասկանում չինարեն, բայց լսել են այն վաղ մանկության հասակում: Այսպիսով՝ լեզվի կենտրոնները շատ վաղ են ձևավորվում և երկար ժամանակ պահպանում են իրենց ունակությունները:



«Наука и жизнь», 2015, N 9.

ԱՏԱՄԻ ՄԱԾՈՒԿԻ ՓՈԽԱՐԵՆ՝ ՊԱՂՊԱՂԱԿ

Հնդիկ գիտնականները մշակել են այնպիսի պաղպաղակի բաղադրատոմս, որը պաշտպանում է փտախտից (կարիես): Այն պարունակում է երկու օգտակար մանրէներ, որոնք բերանի խոռոչից մրցակցության միջոցով դուրս են մղում այն մանրէները, որոնք «կրծում են» ատամի արծնը (էմալ)՝ առաջացնելով անցքեր: 6-12 տարեկան 60 երեխաների շրջանում կատարված փորձերը (կարելի է պատկերացնել, թե հասակակիցները որքան էին նախանձում նրանց) ցույց են տվել, որ մի շաբաթ շարունակ ամեն օր նոր պաղպաղակի մի չափաբաժին ուտելու շնորհիվ ատամները դեռ երեք շաբաթ պաշտպանված են ոսկրափտախտից: Փորձը կատարվել է գիտական բոլոր կանոնների համաձայն. երեխաների կեսը կերել է նույն համն ունեցող, բայց նոր մանրէներ չպարունակող պաղպաղակ, և վերջինս ոչ մի ազդեցություն չի ունեցել:



ԱՄՊԵՐԻ ՄՈԼՈՐԱԿ

Այնքան էլ հեշտ չէ մեր մոլորակի վրա ժամանակ ու վայր ընտրել արևայրուքի համար: Ինչպես ցույց են տվել NACA-ի արձակած հատուկ արբանյակի երեսունամյա հետազոտությունները, յուրաքանչյուր օր Երկրի մակերևույթի 67%-ը ծածկված է ամպամածությամբ: Ամպերից ազատ է ցամաքի միայն 30%-ը և օվկիանոսների մակերևույթի 10%-ը:



ՍԵՎ ՍԻԼԻՑԻՈՒՄ

ՆԱՆՈՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ



ՍՈՒՐԻԿ ԽՈՒՂԱՎԵՐԴՅԱՆ

տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի Գիտական հետազոտությունների ոլորտը՝ օպտիկական և ռենտգենյան ճառագայթների դետեկտորներ, մշտադիտարկման համակարգեր, նանոտեխնոլոգիա



ԳԱԳԻԿ ԱՅՎԱԶՅԱՆ

տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի Գիտական հետազոտությունների ոլորտը՝ կիսահաղորդչային նյութեր, ֆոտոէլեկտրոնիկա, սիլիցիումային արևային տարրեր և համակարգեր, նանոտեխնոլոգիա

ՆԱՆՈՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ



ԼԱՌԻԱ ԼԱԽՈՅԱՆ

դասախոս, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի Գիտական հետազոտությունների ոլորտը՝ այլընտրանքային և վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ, կիսահաղորդչային նյութեր



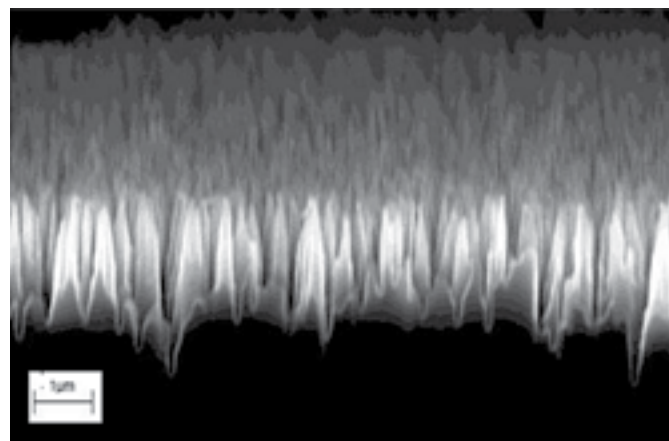
Սիլիցիումն էլ է սևանում

Սիլիցիումը (Si) բնության մեջ թթվածնից հետո ամենատարածված տարրն է: Այն կազմում է երկրակեղևի 1/4 մասը: Լեռնային ապարները և միներալները պարունակում են սիլիցիումի բազմաթիվ միացություններ: Հորդի միներալային մասը կազմող ավազը և կավը նույնպես սիլիցիումի միացություններ են:

Բյուրեղային սիլիցիումը մետաղական փայլով գորշ, պինդ և փխրուն, քիմիապես բավականին իներտ նյութ է: Այն այսօր կիսահաղորդչային միկրոէլեկտրոնիկայի հիմնական ելանյութն է, և լավ հիմքերի վրա են դրված դրա աճեցման և հետագա մշակման տեխ-

նոլոգիական գործընթացները: Առաջին անգամ «սև սիլիցիում» տերմինը կիրառվել է 1995 թ-ին Journal of Vacuum Science & Technology գիտական հանդեսի հոդվածներից մեկում: Հեղինակները (H. Jansen, M. de Boer, R. Legtenberg, M. Elwenspoek), որոնք հետազոտում էին ռեակ-

տիվ իոնային խաձատման ազդեցությունը սիլիցիումի մակերևութային շերտի վրա, նկատեցին անսպասելի երևույթ՝ սիլիցիումը սևացել է: Տեսածրող էլեկտրոնային մանրադիտակով (SEU) ուսումնասիրելով խաձատված նմուշները՝ նրանք հայտնաբերեցին, որ սիլիցիումի



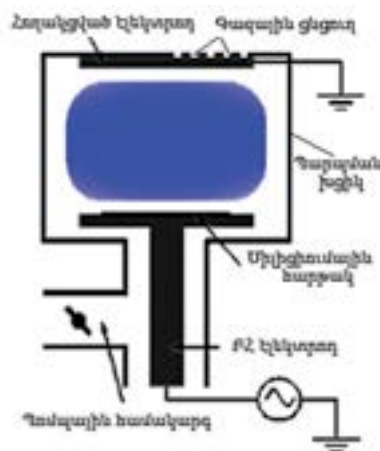
Նկ. 1. Սև սիլիցիումի SEU-ով ստացված ֆոտոպատկերը

մակերևույթը պատված է գրեթե կանոնավոր տեղաբաշխված բազմաթիվ բարակ ասեղիկներով: Կառուցվածքով ասեղիկները միաբյուրեղային էին, դրանց բարձրությունը, կախված խաձատման ռեժիմից, կազմում էր տասնյակ նանոմետրից մինչև մի քանի միկրոմետր, իսկ ասեղիկների գագաթների տրամագիծը՝ մի քանի նանոմետր (նկ. 1): Հենց այսպիսի նանոասեղիկների առկայությունն էլ սիլիցիումին տալիս էր մուգ երանգավորում, որտեղից էլ այն ստացավ իր անվանումը՝ «սև սիլիցիում» (black silicon), իսկ տեխնիկական գրականության մեջ սկսեցին կիրառել b-Si նշանակումը: Հանդիպում է նաև սիլիցիումային խոտ (silicon grass) տերմինը:

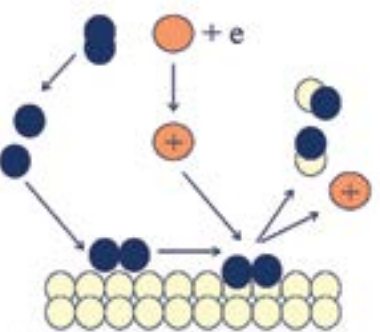
Հետաքրքիրն այն է, որ մինչ այդ սիլիցիումի մակերևույթին կանոնավոր ռելիեֆ ստանալու համար նախապես վիմագրական դիմակների օգնությամբ ձևավորում էին ռելիեֆի պատկերը, իսկ այնուհետև իրականացում տարբեր տեխնոլոգիական մշակումներ, օրինակ, քիմիական խաձատում: **Առանց վիմագրական դիմակների (maskless) կիրառման մակերևութային կանոնավոր ռելիեֆի ստացումը հեղափոխական էր կիսահաղորդչային տեխնոլոգիայում:** Այդ տեսակետից սև սիլիցիումը համեմատվում է այսպես կոչված «ծակոտկեն սիլիցիումի» (porous silicon) հետ, որի հետազոտության ուղղությամբ ակնառու հաջողություններ ունեն

հայ գիտնականները՝ ԳԱԱ ակադեմիկոս Վ.Մ. Հարությունյանի ղեկավարությամբ: Ռեակտիվ իոնային խաձատման հիմքում ընկած է զուգահեռ էլեկտրոդների միջև ունակային բարձրաճախականային պարպման երևույթը (նկ. 2): Սիլիցիումային հարթակը տեղակայվում է էլեկտրոդներից մեկի վրա, որին տրվում է բարձրաճախային (ԲՀ) լարում, իսկ մյուս էլեկտրոդը և պարպման խցիկը հողակցվում են: Դեպի խցիկ գազային խառնուրդ տրվում է գազային ցնցուղի միջով: Պոմպային համակարգում ստեղծելով որոշակի ճնշում և էլեկտրոդների միջև բռնկելով պարպում գազային խառնուրդը տրոհում են քիմիապես ակտիվ ատոմների, էլեկտրոնների և

նադիկալների: Սիլիցիումային հարթակի խածատումը տեղի է ունենում ինչպես առաջացած մասնիկների հետ սիլիցիումի մակերևույթի քիմիական ռեակցիաների, այնպես էլ այդ մասնիկներով մակերևույթի ռմբակոծման ճանապարհով (սկ. 3):



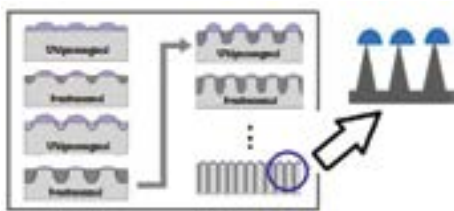
Սկ. 2. Ռեակտիվ իոնային խածատման սխեման



Սկ. 3. Ռեակտիվ իոնային խածատման մեխանիզմը

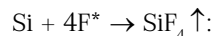
Սև սիլիցիումի ձևավորման համար ռեակտիվ իոնային խածատումն իրականացվում է որոշակի բաղադրությամբ մեկուսացնող և խածատող գազային հոսքի պայմաններում: Որպես սիլիցիումի մակերևույթը մեկուսացնող գազ կիրառվում է O_2 կամ N_2O , N_2 , իսկ որպես խածատող գազ՝ SF_6 կամ CF_4 , CHF_3 , C_4F_8 , NF_3 , SiF_4 , C_2F_6 , HF , BF_3 , PF_3 , Cl_2 , HCl , SiH_2Cl_2 , $SiCl_4$, BC_3 , HBr :

Ենթադրվում է, որ սիլիցիումային հարթակի մակերևույթի բնական ֆիզիկական անհամաչափությունը (բազմաթիվ փոշեհատիկները, բնական օքսիդի տիրույթները, մակերևույթային կառուցվածքային արատները) նպաստում են համատեղ տեղի ունեցող մեկուսացնող և խածատող գործընթացների անհավասարաչափ ընթացքին, որի արդյունքում «պաշտպանված» և «չպաշտպանված» կետերում խածատումը տեղի է ունենում խիստ տարբեր արագություններով՝ բերելով խիտ և բարակ ասեղիկներով կազմված մակերևույթային շերտի՝ սև սիլիցիումի առաջացմանը (սկ. 4):

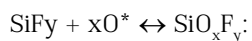


Սկ. 4. Սև սիլիցիումի ձևավորման մեխանիզմը

Լայնորեն կիրառվող SF_6 և O_2 -ի գազային խառնուրդի դեպքում ռեակտիվ իոնային խածատման ընթացքում SF_6 -ի տրոհումից առաջանում են ֆտորի F^* ռադիկալներ, որոնք, ռեակցիայի մեջ մտնելով սիլիցիումի հետ, առաջացնում են ցնդող SF_4 -ի միացություններ՝



Թթվածնից, իր հերթին, առաջանում են թթվածնի O^* ռադիկալներ, որոնք միանալով սիլիցիումի հետ, ստեղծում են մեկուսացնող մակերևույթային SiO_xF_y թաղանթներ՝



Վերջիններիս խածատումը կատարվում է SF_6 -ի միջոցով՝ SO_xF_y ցնդող միացությունների առաջացմամբ:

Այսպիսով, կախված SF_6 -ի և O_2 -ի հոսքերի հարաբերությունից, կարող են գերակշռել կամ սիլիցիումի խածատման (F^* -ի միջոցով) կամ էլ դրա մակերևույթի մեկուսացման (O^* -ի միջոցով) գործողությունները: Քանի որ առկա է իոնային հոսքի ֆլուկտուացիա և սիլիցիումի հարթակի մակերևույթն օժտված է ֆիզիկական անհամաչափությամբ, ապա միաժամանակ տեղի է ունենում ինքնադիմակավորում (self-masked) և խածատում՝ նանոասեղիկների առաջացմամբ: Մեծացնելով թթվածնի հոսքը՝ մեծանում է «պաշտպանված» կետերի թվաքանակը, հետևաբար, նաև նանոասեղիկների խտությունը: Մյուս կողմից, թթվածնի O^* ռադիկալների խտության շատ մեծացումը կարող է պատճառ դառնալ SiO_xF_y -ից հոծ դիմակի առաջացմանը, որն ամբողջովին կարգելակի սիլիցիումի խածատումը: Ասեղիկների բարձրությունը հիմնականում պայմանավորված է խածատող գազի (SF_6) հոսքով և խածատման տևողությամբ:

Այսպիսով, կարգավորելով գազային խառնուրդի բաղադրությունը, հոսքը և խածատման տևողությունը՝ կարելի է ստանալ տարբեր երկրաչափական չափսերով և խտությամբ նանոասեղիկներ:

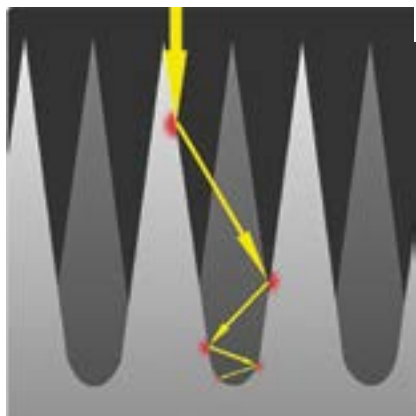
Հետագայում մշակվեցին սև սիլիցիումի ստացման նոր տեխնոլոգիական մեթոդներ:

Մասնավորապես, ասեղնաձև ռեկիեֆ ձևավորվում է, երբ սիլիցիումի մակերևույթը ճառագայթվում է մի քանի ֆեմտովայրկյան տևողությամբ լազերային իմպուլսներով: Այս տեխնոլոգիայի հիմնահայրն է Հարվարդի համալսարանի ֆիզիկոս-փորձարար Էրիկ Մազուրը (Eric Mazur): Նա նախորդ դարի 90-ական թվականների վերջերին Պենտագոնի պատվերով զբաղվում էր մետաղների մակերևույթների վրա կատալիտային ռեակցիաների հետազոտություններով: Գիտնականի իսկ խոսքերով, ինչ որ մի ակնթարթ նրան «զզվեցրին մետաղները»: Այդ ժամանակ նա իր ուսանողների հետ միասին միկրոսխեմաների արտադրությունում կիրառվող սիլիցիումային հարթակն սկսեց ծծմբի հեքսաֆտորիդի միջավայրում ճառագայթել հզոր լազերի կարճ ալիքներով: Ի գարմանս փորձարարների, սիլիցիումն սկսեց սևանալ...

Նանոասեղիկների «սև գործերը»

Սկզբնական շրջանում սև սիլիցիումին անհրաժեշտ ուշադրություն չէր դարձվում՝ համարելով այն ռեակտիվ իոնային խածատման ոչ ցանկալի արգասիք: Սակայն հետագայում սկսեցին այս նյութն ինտենսիվորեն հետազոտել՝ տարբեր հնարավոր կիրառությունների նպատակով: Առաջին իսկ հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ սև սիլիցիումը լույսի տեսանելի տիրույթում իր լուսազգայնությամբ զգալիորեն

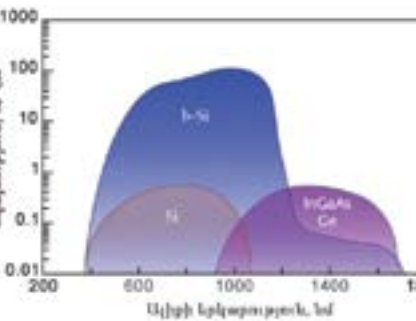
գերազանցում է սովորական սիլիցիումին և նույնիսկ ունի զգայնություն ենթակարմիր ճառագայթման նկատմամբ: Բացի այդ, այն ունակ է գրեթե ամբողջովին կլանելու լույսը՝ պայմանավորված հարակից նանոասեղիկներից լուսային ճառագայթի բազմաթիվ անդրադարձումներով (սկ. 5): Սև սիլիցիումի ձևավորման տեխնոլոգիական գործընթացը կախված չէ ելակետային հարթակների բյուրեղագրական կողմնորոշումից և կառուցվածքից, ունի ավտոմատացման հնարավորություն և խածատման մեծ համասեռություն, համատեղելի է ժամանակակից կիսահաղորդչային տեխնոլոգիական մեթոդների հետ: Եվ ամենակարևորը՝ սև սիլիցիումի ձևավորումն ընթանում է առանց վիմագրական դիմակների կիրառման՝ ինքնադիմակավորման ռեժիմում: Ուղղակի **հանցանք կլինեք այդ առանձնահատկությունները չօգտագործել...**



Սկ. 5. Հառագայթների օպտիկական ընթացքն ասեղնաձև ռեկիեֆում

Սև սիլիցիումի հնարավոր կիրառման ոլորտները բազմազան են: Նշենք դրանցից հիմնականները:

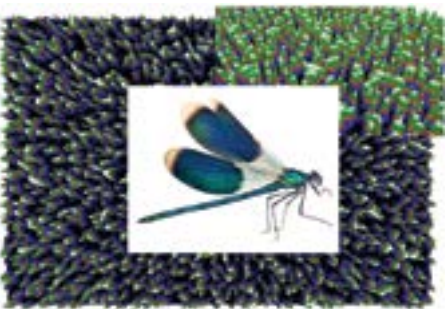
- Առաջինը բարձր արդյունավետությամբ էլեկտրամագնիսական ճառագայթման ֆոտոդետեկտորների ստեղծումն է՝ ընդ որում ոչ միայն լույսի տեսանելի տիրույթում: Այսօր իսկ ամերիկյան SiOnyx Inc. ընկերության՝ սև սիլիցիումի հիման վրա պատրաստած ֆոտոդետեկտորների նախամուշները լույսի տեսանելի տիրույթում ապահովում են ավելի քան 150 անգամ մեծ լուսազգայնություն, քան սովորական սիլիցիումային ֆոտոդետեկտորները, իսկ կարճալիքային ենթակարմիր տիրույթում դրանք չեն զիջում Ge-ի և InGaAs-ի հիման վրա պատրաստված ֆոտոդետեկտորներին (սկ. 6):



Սկ. 6. Տարբեր կիսահաղորդչային նյութերի հիման վրա պատրաստված ֆոտոդետեկտորների լուսազգայնությունը

- Սև սիլիցիումի կիրառման բավականին անսպասելի ոլորտ հայտնաբերեցին գերմանացի ֆիզիկոսները 2008 թվին: Սկզբից նրանք պատրաստեցին 525 մկմ հաստությամբ սիլիցիումային հարթակ, որի դիմային կողմում ձևավորեցին 2 մկմ հաստությամբ սև սիլիցիումի շերտ: Պարզվեց,

որ երբ հարթակի դիմային կողմը ճառագայթում են լազերով, ապա թիկունքային կողմն սկսում է ճառագայթել էլեկտրամագնիսական ալիքներ տերահերցային տիրույթում (այսպես կոչված «T-ալիքներ»): Այդպիսի ալիքները հեշտությամբ թափանցում են ստվարաթղթի, հագուստի, պլաստմասսայի և այլ նյութերի միջով: Դրանք կարող են կիրառվել անվտանգության համակարգերում, առողջապահությունում, բնապահպանական մշտադիտարկման համար: Հետազոտությունները այս ուղղությամբ շարունակվում են:



Նկ. 7. Մորեխների թևերի կառուցվածքը

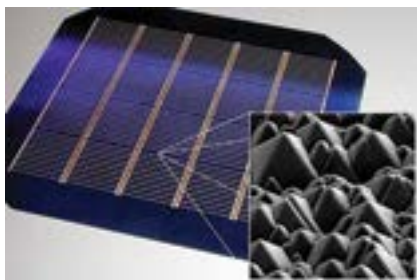
• Սև սիլիցիումի կիրառման հաջորդ ոլորտը կապված է այս նյութի հակաբակտերիային հատկության հետ: Պարզվում է, որ սև սիլիցիումի ասեղնաձև կառուցվածքը կենդանի բնությունում բավականին տարածված երևույթ է: Այսպես, *Diplacodes bipunctata* դասի մորեխների թևերը նույնպես ունեն ասեղնաձև կառուցվածք (նկ. 7), որի շնորհիվ միայն մեկ մեխանիկական հպումով մորեխը կարող է մեկ րոպեում 1 սմ² մակերեսի հաշվարկով ոչնչացնել ավելի քան 450 հազար գլանաձև կամ գնդաձև բակտերիաներ, այդ թվում մարդկանց առողջության համար վտանգավոր և լայնորեն տարածված *Pseudomonas aeruginosa* ախտածին մանրէները: Նշված թվաքանակը 77 հազար անգամ ավել է այն նվազագույն չափաբաժնից, որը բավական է մարդկանց վարակելու համար: Ներկայում ավստրալիական գիտնականները փորձնակա-

Այսօր փորձ է արվում սև սիլիցիումը կիրառել նաև արտապատկերման տվիչներում, ֆոտոդիոդներում, միկրոմեխանիկական սարքերում և այլն: Ներկայում ստեղծվել և գործում են մի շարք առևտրային ընկերություններ, որոնք հատուկ զբաղվում են սև սիլիցիումի գործնական կիրառությամբ տարբեր ոլորտներում. Natcore Technology Co., USA (www.natcoresolar.com); Black Silicon Solar Co., Denmark (www.blacksiliconsolar.com); SiOnyx Inc., USA (www.sionyx.com), ООО «Лаборатория оптико-электронных приборов», Россия (www.opticlab.net).

Սև սիլիցիումի լուսավոր հեռանկարը

Վերջին տասնամյակում հատկապես ակտիվ և հաջողված

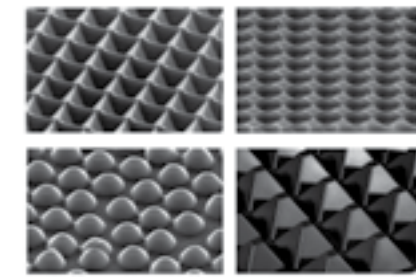
հետազոտական աշխատանքներ են իրականացվում սև սիլիցիումից արևային տարրերի հակաանդրադարձող մակերևույթներ (ՀԱՄ) ստանալու ուղղությամբ: Ընդհանուր առմամբ, ՀԱՄ-երը մակերևույթային կանոնավոր կամ անկանոն տեղաբաշխված ծակոտիներ, սկոսներ, բուրգեր են, որոնք հանգեցնում են ընկնող լուսային ճառագայթների անդրադարձման գործակցի փոքրացման (նկ. 8):



Նկ. 8. Արևային տարրերի հակաանդրադարձող մակերևույթը

ՀԱՄ-ների ստացման ամենատարածված տեխնոլոգիական մեթոդը քիմիական խաճատումն է հիմնային (հիմնականում NaOH, KOH) կամ թթվային (հիմնականում HF, HNO₃) խաճատիչներով: Քիմիական խաճատումը դասվում է, այսպես կոչված, «թաց» տեխնոլոգիաների շարքին: Կիրառվում են նաև «չոր» տեխնոլոգիաներ՝ մեխանիկական և լազերային փորագրումը, վակուումա-պլազմային և անոդային խաճատումը, անոդային օքսիդացումը և այլն: Այս տեխնոլոգիաներով, օգտագործելով համապատասխան վիճակի դիմակներ, հնարավոր է ձևավորել տարբեր կանոնավոր ռելիեֆներ՝ ուղիղ կամ շրջված բուրգաձև, գնդաձև և այլն (նկ. 9): Առանց

դիմակավորման մշակումների արդյունքում ձևավորվում են անկանոն ռելիեֆներ՝ հիմնականում սանդղակային անհարթությունների և հարթեցված գագաթներով սկոսների կամ բուրգերի տեսքով:



Նկ. 9. Արևային տարրերի հակաանդրադարձող մակերևույթների ռելիեֆներ

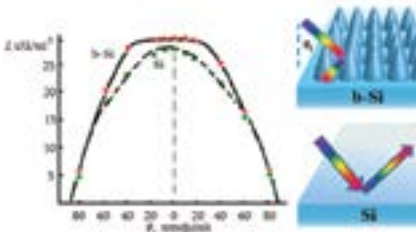
Արևային տարրերում սև սիլիցիումից ՀԱՄ-ների կիրառման նպատակահարմարությունը պայմանավորված է այդ նյութի լուսային ճառագայթի փոքր անդրադարձման և ինքնադիմակավորման հատկություններով: Բացի այդ, տարբեր ռելիեֆների օպտիկական մոդելավորումը ցույց է տալիս, որ փոքրագույն անդրադարձման գործակցի ունի կոնաձև ռելիեֆով մակերևույթը, որն առավելագույնս համապատասխանում է սև սիլիցիումի կառուցվածքին (աղյուսակ):

Աղյուսակ
Տարբեր ռելիեֆներով ՀԱՄ-ների անդրադարձման գործակցիցները (փոկոսներով)

Չարթ	Սյուն	Կոն	Քոնոլ	Գեղձ
34	12	7	22	25

Անհրաժեշտ է նշել սև սիլիցիումից ՀԱՄ-ների ևս մեկ

առավելություն: Անշարժ արևային կայանների դեպքում օրվա ընթացքում ճառագայթներն ընկնում են արևային տարրերի լուսազգայուն մակերևույթին ոչ ուղղահայաց, այլ անկյան տակ, որը հանգեցնում է լուսային ճառագայթի անդրադարձման մեծացմանը և, հետևաբար, արևային տարրերի պարամետրերի վատթարացմանը (օրինակ՝ փոքրանում է ֆոտոհոսանքը): Ասեղնաձև մակերևույթի դեպքում այդ փոփոխությունը աննշան է ճառագայթի անկման անկյան լայն տիրույթում (նկ. 10):



Նկ. 10. Արևային տարրի ֆոտոհոսանքի փոփոխությունը՝ կախված ճառագայթի անկման անկյունից ասեղնաձև (b-Si) և հարթ (Si) սիլիցիումային մակերևույթների համար

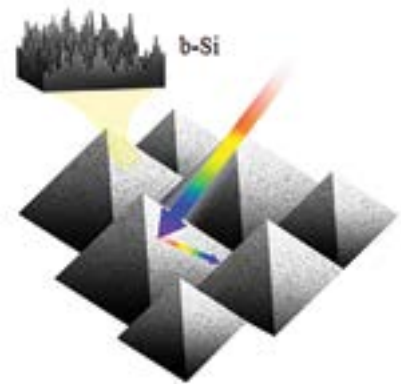
Հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ սև սիլիցիումի անդրադարձման գործակցիցը կախված է նանոասեղիկների բարձրությունից, հիմքի տրամագծից և նրանց միջև հեռավորությունից: Հիմնական օրինաչափություններն են՝
- անդրադարձման գործակցիցը համաչափորեն նվազում է բարձրության մեծացմանը և հեռավորության փոքրացմանը գուրնյաց, որն ավելի ցայտուն է արտահայտվում հատկապես լույսի տեսանելի տիրույթում,
- ինֆրակարմիր ալիքների տիրույթում սև սիլիցիումն ունի

նվազագույն անդրադարձման գործակցից, իսկ փոփոխությունը, կախված ասեղիկների բարձրությունից, աննշան է,
- ասեղիկների տրամագծի փոքրացումը հանգեցնում է սև սիլիցիումի անդրադարձման գործակցի նվազման:
Տեսական գնահատումների համաձայն՝ սև սիլիցիումից ՀԱՄ-ների կիրառումը կարող է հանգեցնել արևային տարրերի օգտակար գործողության գործակցի և օրվա ընթացքում արևային կայանի էներգիկական արդյունավետության մեծացման համապատասխանաբար 10% և 13%-ով: Սակայն գործնականում դիտարկվում են ավելի փոքր արժեքներ, որը պայմանավորված է մի շարք խնդիրներով: Նախ, նանոասեղիկների մեծ մակերևույթային մակերեսի պատճառով այս նյութում զգալիորեն մեծանում է լիցքակիրների մակերևույթային վերամիավորման արագությունը, որը հանգեցնում է արևային տարրերի սպեկտրային զգայնության վատացման, հատկապես լույսի կարճ ալիքների տիրույթում: Այնուհետև, սև սիլիցիումի կառուցվածքային և օպտիկական հատկություններն անկայուն են ժամանակի ընթացքում, քանի որ նանոասեղիկներն օդում հեշտությամբ պատվում են «կեղտոտ» օքսիդի (SiO₂) ծածկույթով, կլանում և ներծծում են բազմաթիվ անցանկալի խառնուրդներ:
Նշված խնդիրները կարելի է հաղթահարել՝ կիրառելով տարբեր պասիվացնող թաղանթներ: Nature Nanotechnology հեղինակավոր հանդեսի համաձայն,

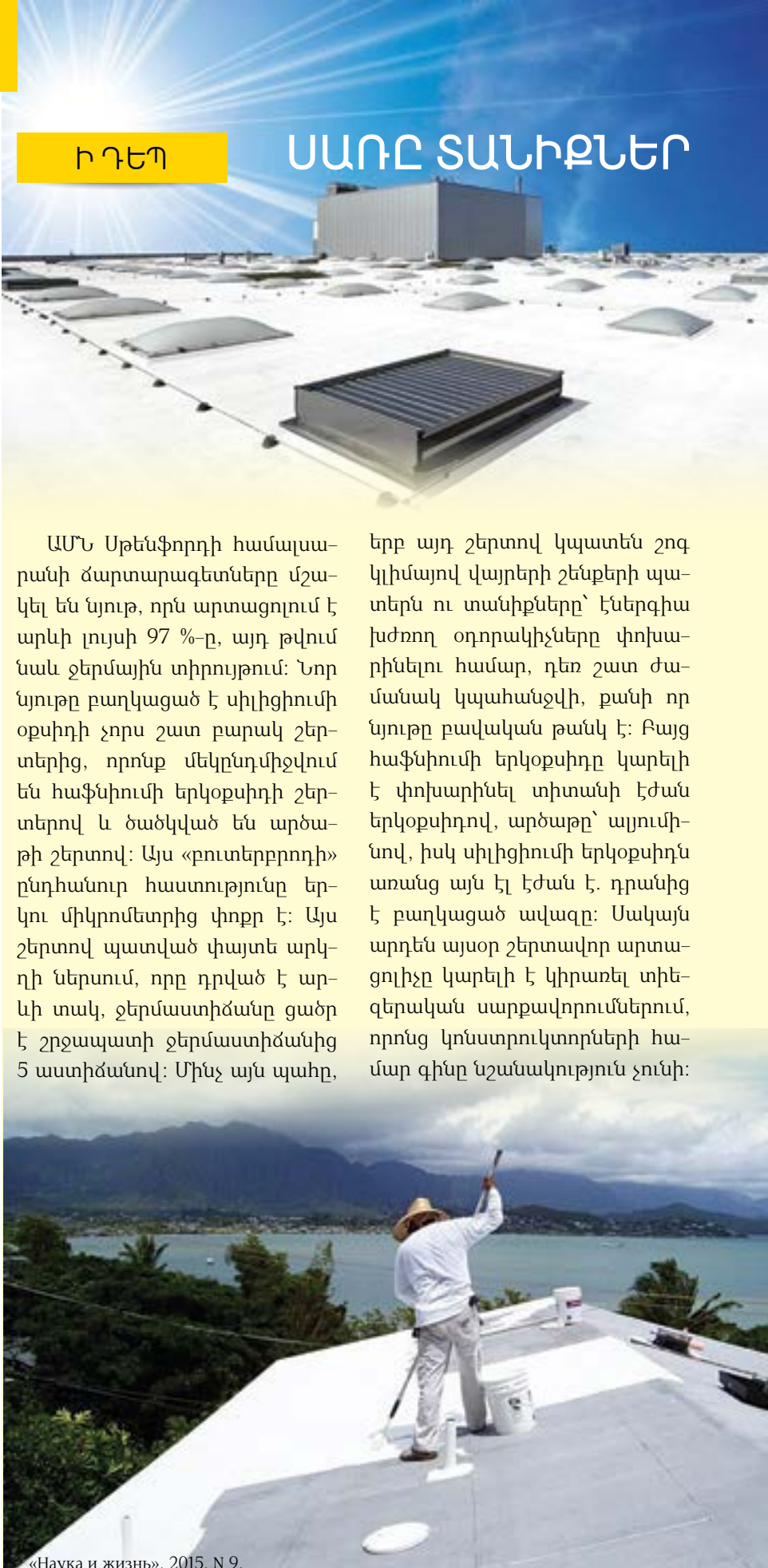
Ֆիննական Aalto համալսարանի գիտնականները սև սիլիցիումի պասիվացման համար կիրառելով ատոմա-շերտային նստեցման (atomic layer deposition) Al_2O_3 բարակ թաղանթներ՝ 2016 թվ.ին կարողացան ապահովել արևային տարրերի ռեկորդային օգտակար գործողության գործակից՝ 22.1%:

Վերջում նշենք, որ սև սիլիցիումի ստացման համատեղելիությունը կիսահաղորդչային տեխնոլոգիական մեթոդների հետ հնարավորություն է տալիս արևային տարրերում համադրելու տարբեր ՀԱՄ-ներ, օրինակ՝ սև սիլիցիումը ձևավորել բրգածն ռեկիեֆի վրա (նկ. 11):

Սև սիլիցիումի հաղթարշավը շարունակվում է....



Նկ. 11. Բրգածն ռեկիեֆի և սև սիլիցիումի համադրումը



«Наука и жизнь», 2015, N 9.

Ի Դ Ե Պ

ՍԱՌԸ ՏԱՆԻՔՆԵՐ

ԱՄՆ Սթենֆորդի համալսարանի ճարտարագետները մշակել են նյութ, որն արտացոլում է արևի լույսի 97 %-ը, այդ թվում նաև ջերմային տիրություն: Նոր նյութը բաղկացած է սիլիցիումի օքսիդի չորս շատ բարակ շերտերից, որոնք մեկընդմիջվում են հաֆնիումի երկօքսիդի շերտերով և ծածկված են արծաթի շերտով: Այս «բուտերբրոդի» ընդհանուր հաստությունը երկու միկրոմետրից փոքր է: Այս շերտով պատված փայտե արկղի ներսում, որը դրված է արևի տակ, ջերմաստիճանը ցածր է շրջապատի ջերմաստիճանից 5 աստիճանով: Մինչ այն պահը,

երբ այդ շերտով կպատեն շոգ կլիմայով վայրերի շենքերի պատերն ու տանիքները՝ էներգիա խժռող օդորակիչները փոխարինելու համար, դեռ շատ ժամանակ կպահանջվի, քանի որ նյութը բավական թանկ է: Բայց հաֆնիումի երկօքսիդը կարելի է փոխարինել տիտանի էթան երկօքսիդով, արծաթը՝ ալյումինով, իսկ սիլիցիումի երկօքսիդն առանց այն էլ էթան է. դրանից է բաղկացած ավազը: Սակայն արդեն այսօր շերտավոր արտացույցը կարելի է կիրառել տիեզերական սարքավորումներում, որոնց կոնստրուկտորների համար գինը նշանակություն չունի:

**ԱՄԵՆԱՀԵՏԱՔՐՔԻՐ
ԳԻՏԱՀԱՆՐԱՄԱՏՉԵԼԻ
ՀԱՆԴԵՍԸ
ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ**

ԲԱԺԱՆՈՐԴԱԳՐՎԵԼՈՒ ՀԱՄԱՐ
ԿԱՐՈՂ ԵՔ ԶԱՆԳԱՀԱՐԵԼ
+374 60 62 35 99



