

գիտահանրամատչելի հանդես



ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ

ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ

ISSN 1829-0345

№4, 2015 թ.

ԱՆՏՈՆ
ՍՈՒՐԻԱՆՈ
ՀԱՅԸ

ԼՈՒՅՍԻ ՄԱՍԻՆ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԸ.
ՀԻՆ ՕՐԵՐԻՑ
ՄԻՆՉԵՎ ԱՅՍՕՐ

ԿԵՆՍԱՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆ՝
ԴԵՂԱԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆԸ

ՍԻԼԻՑԻՈՒՄԻՑ
ԼԱՎԸ



գիտահանրամատչելի հանդես
**ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ
 ԱՃԽԱՐՀՈՒՄ**

№4, 2015 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՝ Սուվարյան Ճու.
 Բաժինների խմբագիրներ՝ Պապոյան Ա., Ղանազոյան Գ.,
 Խառատյան Ա., Մինոյան Ա.
 Մարզայան Ա.
 Գործադիր տնօրեն՝
 Պատասխանատու
 քարտուղար՝ Հովհաննիսյան Ք.
 Տեխնիկական
 խմբագիր՝ Կիրակոսյան Ա.
 Համակարգչային
 օպերատոր՝ Հովհաննիսյան Ք.
 Դիզայներ՝ Օհանյանյան Ա.
 Բարձրմանիչ՝ Մարզայան Մ.
 Համարի
 պատասխանատու՝ Կիրակոսյան Ա.
 Ստորագրված է
 տպագրության՝ 17.12.2015
 «Գիտության աշխարհում»-ի խմբագրական
 խորհրդի կազմը

Աղայան Գ., Աղայովյան Լ., Աղայան Ա., Ավագյան
 Ա. (ՌԴ), Ալիբեկյան Է., Բրտոյան Գ., Գալստյան Հ.,
 Եսայան Ս. (ԱՄՆ), Քավադյան Լ., Հարությունյան Հ.,
 Հարությունյան Ռ., Հարությունյան Ա., Համարձուկյան Ա.,
 Հովհաննիսյան Լ., Ղազարյան Հ., Մարտիրոսյան Ք. (ՌԴ),
 Մկրտչյան Ա., Ներսիսյան Ա., Շահինյան Ա., Շուրբուրյան Ս.,
 Ջրբաշյան Ռ., Սեդրակյան Դ., Մինոյան Ա.

Խմբագրության հասցեն՝

Մարշալ Բաղդասարյան 24 դ.
 Հիմնարար գիտական գրադարանի շենք, 9-րդ հարկ.
 Հեռ.՝ 52 38 30, ֆաքս՝ 56 80 68
 e-mail: journal@sci.am

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

Տպագրանակը՝ 500 օրինակ:
 Ծավալը՝ 64 էջ:
 Գինը՝ պայմանագրային:

Հոդվածների վերատպումը հնարավոր է միայն
 խմբագրության գրավոր համաձայնության դեպքում:
 Մեջբերումների դեպքում հանդեսին իրունք պար-
 տադիր է խմբագրությունը միջոտ չէ, որ համա-
 կարծիք է հեղինակների հետ: Խմբագրությունը պա-
 տասխանատվություն չի կրում գովազդային նյութերի
 րովանդակության համար:



2



10

2 ՀԻՆ ՀՆԴԱԿԱՆ ԱՌԱՍԴԵԼԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

ԱԼԲԵՐՏ ԽԱՌԱՏՅԱՆ

Հնդիկ ժողովրդի հնադարյան հոգևոր մշակույթի զարգացումը ներթափանցված է նրա էպիկական չափազանց հարուստ ստեղծագործության հետ: Հնդկական հնագույն էպոսները սկիզբ են առնում մ.թ.ա. II հազարամյակից. դրանք արտահայտում են հնագույն ժողովրդի՝ բնության և նրա տարերային ուժերի աշխարհագրությունն ու առասպելաբանական ըմբռնումները:

10 ԳՐԻԳՈՐ Ե ՔԱՐԱՎԵԺ ԿԱԹՈՂԻԿՈՍԻ ՄԱՀՎԱՆ ՀԱՆԳԱՄԱՆՔՆԵՐԸ ԵՎ ԿՈՊԻՏԱՌԱ ԱՄՐՈՅԸ

ՄԻՍԱԲ ՃԵՎԱՀԿԻՐՃՅԱՆ

Գրիգոր V Քարավեժ (1193-1194 թթ.) կաթողիկոսի սպանության հարցի կապակցությամբ կարելի է վկայակոչել մի քանի ժամանակագրություններ, որոնցում հիշվում է Կոպիտառա ամրոցը:

14 ԱՆՏՈՆ ՍՈՒՐԻԱՆՈ ՀԱՅԸ

ՀՐԱԶՅԱ ԲԱԼՈՅԱՆ

Գաղտնիք բացահայտած չենք լինի, ոչ էլ զգալիս սնապարծություն դրևորած կլինենք, եթե ասենք, որ հայ ժողովուրդը մեծ տաղանդով ու ստեղծարար ջիղով օժտված ժողովուրդ է. դա ասում են նաև օտարները, խոստովանում են նույնիսկ մեզ չհամակրողները, անգամ երբեմն՝ մեր թշնամիները:

22 ԲԱՐՁՐ ԷԼԵՐԳԻԱՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱՆ ՄԹՆՈԼՈՐՏՈՒՄ

ԱՇՈՏ ԶԻԼԻԿԱՐՅԱՆ

Վերջին տարիներին Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտի տիեզերական ծառայությունների բաժանմունքը Արագածում տեղակայված մթնոլորտային ֆիզիկայի ուսումնասիրության կենտրոնը համալրել է բազմապիսի գրանցիչ և չափիչ սարքերով, որոնք հնարավորություն են տալիս իրականացնել համալիր և բազմակողմանի հետազոտություններ, որոնք կամրապնդեն հայ գիտնականների առաջատար դիրքերը երկրաֆիզիկայի ոլորտում:

30 ԼՈՒՅՍԻ ՄԱՍԻՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԸ. ՀԻՆ ՕՐԵՐԻՑ ՄԻՆՉԵՎ ԱՅՍՕՐ

ԱՐԱՄ ԴԱՂՈՅԱՆ, ԱՆԱՀԻՏ ԳՈԳՅԱՆ

Լույսը դարեր ի վեր եղել է հայ գիտնականների ուսումնասիրման առարկա: Սակայն լույսի հետազոտման լայնածավալ աշխատանքները մեկնարկել են XX դարի կեսերին, նախ՝ կապված աստղաֆիզիկայի զարգացման հետ, իսկ 60-ականներից՝ նաև շնորհիվ



14



22



30



բուն զարգացող լագերային ֆիզիկայի, ոչ գծային օպտիկայի և օպտիկական նյութաբանության: Այսօր էլ հայ գիտնականները իրենց ծանրակշիռ ավանդն ունեն լույսի և լուսային երևույթների հետազոտման գործում:

38 ԿԵՆՍԱՏԵԽՆՈՒԼՈԳԻԱՆ՝ ԴԵՂԱԳՈՐԾՈՒԹՅԱԸ

ԱՇՈՏ ՍԱՐՅԱԼ

Կենսատեխնոլոգիան գիտություն է արդյունաբերության մեջ և տեխնիկայում կենսաբանական գործընթացների կիրառման վերաբերյալ: Անշուշտ, կենսատեխնոլոգիան՝ որպես կյանքի մասին գիտություն, XXI դարում իր ուրույն խոսքը կասի գիտության ու տեխնիկայի զարգացման տարբեր էտապներում և անգնահատելի դերակատարություն կունենա դեղագործության, բժշկագիտության, գյուղատնտեսության, սննդարդյունաբերության և տնտեսության այլ ոլորտներում:

48 ՏԵՄԵԼ ԵՎ ՃԱՆԱԴԵԼ ԱՇԽԱՐՀԸ

ԷԴՈՒԱՐԴ ՅԱՎՐՈՒՅԱԼ

Այքը մարդու և կենդանիների ամենաբարդ և նուրբ օրգաններից մեկն է: Գիտնականներն ապացուցել են, որ մարդն արտաքին միջավայրի մասին տեղեկատվության 80 %-ից ավելին ստանում է տեսողության միջոցով: Տեսողությունն ունի չափազանց կարևոր դեր նաև կենդանիների կյանքում: Աչքի միջոցով է, որ մարդը և կենդանիները տեսնում են այն ամենը, ինչը շրջապատում է նրանց, ծանաչում և գնահատում են բնության բազմապիստությունը, երևույթները, առարկայի չափերը, գույները և այլ բնութագրեր:

52 ՍԻԼԻՑԻՈՒՄԻՑ ԼԱՎԸ

ՎԱՐՈՒՆ ՍԻՎԱՐԱՄ, ՀԵՆՐԻ ՄԵՅՅՔ, ՍԵՄՅՈՒԵԼ ՍԹՐԵՆՔ

Ճապոնական կիսամուք մի բարում մագիստրատուրայի ուսանող Մայքլ Լին անձեռոցիկի վրա հապճեպորեն գրանցում էր արևային տարրեր ստանալու նորարարական բաղադրատոմսը, որում, սովորական սիլիցիումի փոխարեն, օգտագործվում էր պերովսկիտ նոր նյութը:

58 ԳԵՐՄԵԾ ԻՆՏԵԳՐԱԼԱՅԻՆ ՍԻԵՄԱԼԵՐԻ ՄԱՍՇՏԱԲԱՎՈՐՄԱՆ ՍՎՉԲՈՒՆՔՆԵՐԸ, ՍԱՀՄԱՆԱՓՎԿՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՀԵՌԱԿԱՐՆԵՐԸ

ՕԼԵԳ ԴԵՏՐՈՍՅԱԼ

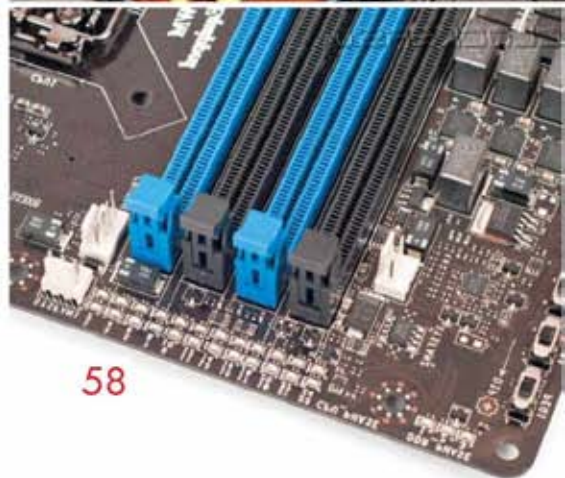
Կիսահաղորդչային էլեկտրոնիկան XX դարի երկրորդ կեսի ամենախոշոր ձեռքբերումներից մեկն է և հետագայում կերպափոխվել է միկրոէլեկտրոնիկայի (ՄԵ), որի հիմնական արտադրանքն ինտեգրալային սխեմաներն են (ԻՍ): Բավական երկար ժամանակ նկատվում է ԻՍ-երի ինտեգրացման աստիճանի էքսպոնենցիալ մեծացման երեք ուղղություն: Հիմնականում դրանց մասին է ներկայացվող հոդվածը:



48



52



58

ՀԻՆ ՀՆԴԿԱԿԱՆ ԱՌԱՍՊԵԼԱԲԱ- ՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

ԱԼԲԵՐՏ ԽԱՌԱՏՅԱՆ

Պարմարան

Հնդիկ ժողովրդի հնադարյան հոգևոր սշակույթի զարգացումը ներթափանցված է նրա էպիկական չափազանց հարուստ ստեղծագործության հետ: Հնդկական հնագույն էպոսները սկիզբ են առնում մ.թ.ա. II հազարամյակից՝ Ռիգվեդայով (Հիմների գիրքը), որին հետևում են ուշ վեդայական առասպելները՝ Յաջուրվեդան, Ախարվավեդան, Մահաբհարատան, Ռամայանան և այլն, որոնք արտահայտում են հնագույն ժողովրդի՝ բնության և նրա տարերային ուժերի աշխարհագրագոյությունն ու առասպելաբանական ըմբռումները: Այս առասպելները հարուստ պատկերացումներ են դրանք այն ստեղծող հնագույն ժողովրդի սշակույթի, արվեստի և գրականության զարգացման մասին: Բուն այդ առասպելները ընդգրկում են հազարամյակներ տևող մի ժամանակաշրջան՝ անընդհատ կրելով փոփոխություն-



ների կնիքը: Հսում սիրված այուժներն ու դեմքերն իրենց տեղն են գիջել նորերին կամ ենթարկվել հիմնական փոխակերպումների: Հսամների աստվածների դիցարանը, ի դեմս կոնկրետ աստվածությունների, կամ ձևափոխել է իր

գործառույթները և կամ էլ իր տեղը գիջել նոր դիցարանների՝ աստվածությունների նոր աստիճանակարգային հերթականությանը: Դրա շնորհիվ հին հնդկական առասպելաբանությունը կարելի է դաստասել ըստ շերտերի, որոնք, ի վերջո,



ներկայացնում են քաղաքակրթական տեղաշարժերը՝ տիեզերական ու կրոնական փոփոխվող պատկերացումների համեմատ:

Հին հնդկական առասպելաբանական համակարգերն ընդգրկում են վեդայական,

հինդուիստական և բուդդայական առասպելները: Վեդայական առասպելաբանությունը ձևավորվել է II հազարամյակի վերջին և I հազարամյակի սկզբին, հինդուիստականը՝ ավելի ուշ արիական ցեղերի ժողովրդագրական տեղաշար-

ժերի արդյունքում: Բուդդայականությունը կամ բուդդայական առասպելաբանությունը ձևավորվել է արդեն մ.թ.ա. VI-V դդ.: Այն ուրույն կրոնափիլիսոփայական համակարգ է, որը տրոհվում է մի քանի հոսանքների: Բուդդայակա-

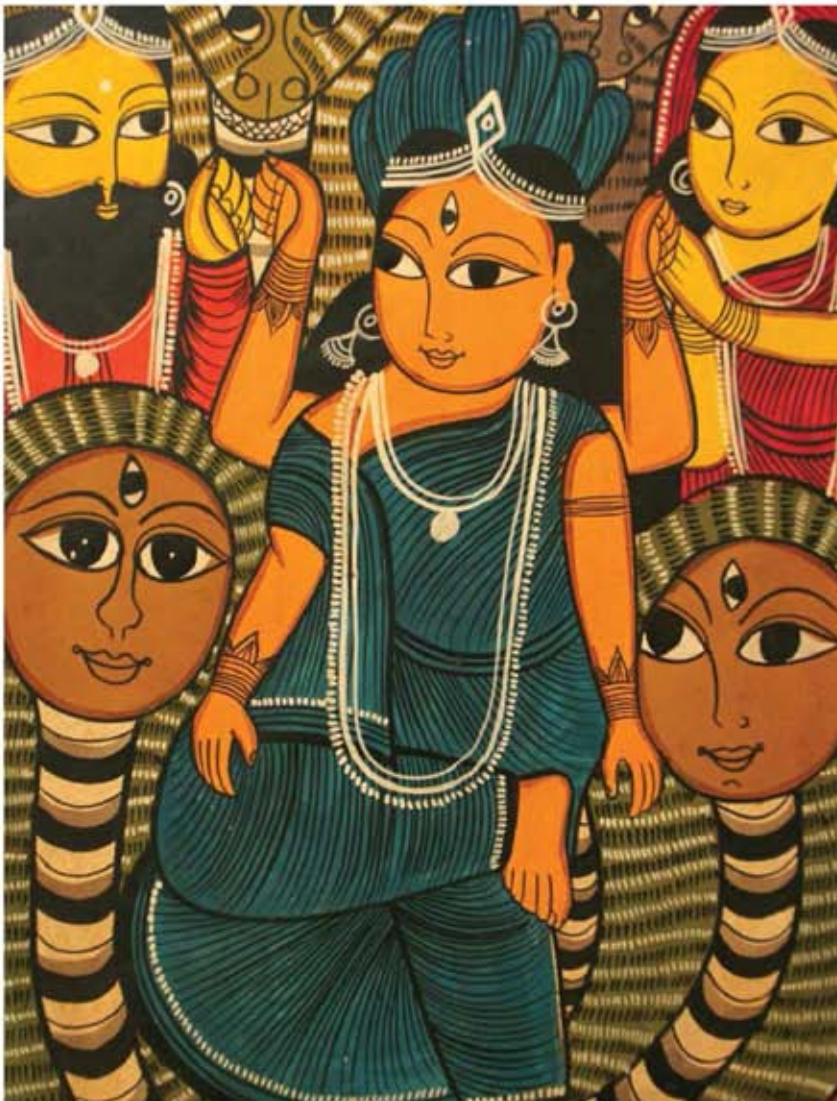


նությունն ունի մարդակենտրոն բնույթ, այսինքն՝ բուդդայական փիլիսոփայության մեջ մարդն առանձնահատուկ տեղ է գրավում կենդանի արարածների ամբողջ աստի-

ճանակարգում, որովհետև միայն նա հնարավորություն ունի փրկվելու, այսպես կոչված, սանսարայից (կեցության նախասկզբնական ձև, որ ենթադրում է կենդանի էակների

անսահման տառապանքները և նրանց վերամարմնավորումները), հասնելու նիբվանայի՝ գիտակցության գերագույն աստիճանի, և վերածվելու Բուդդայի: Ավելացնենք, որ այս փոխակերպման շնորհիվ մարդու կերպարանքով հայտնված Բուդդան աչքի է ընկնում իր բացառիկ կարողություններով՝ գերազանցելով բոլոր կենդանի էակներին, այդ թվում և աստվածներին: Նիբվանայից հետո 500 տարի շարունակ տվյալ Բուդդան ամենասամիջական ու գորեղ ազդեցությամբ իր կնիքն է դնում աշխարհի բոլոր իրադարձությունների վրա, որից հետո նրա ներուժը թուլանում է և աստիճանաբար մարում: Հասունանում է ժամանակը նոր Բուդդայի հայտնության համար, և այսպես շարունակ:

Անտարակույս, հին հնդկական կրոնական հավատալիքների ամենաստորին ծայրերից մեկը պետք է համարել «Ռիգվեդա» պոեմը: Այն նույնպես աչքի է ընկնում բավական պահպանված բազմաշերտայնությամբ: Այստեղ գործում են Դյաուս, Վարունա և Ինդրա գլխավոր աստվածների դիցարանները՝ իրենց մյուս աստվածություններով, որոնց մեջ Սունան՝ սրբազան ընպելիքի, Սուրիան՝ արևի և այլ աստվածություններ: Հնդկական Սուրիան ևս, ինչպես հունական Հելիոս-Արև աստվածը, երկնականարը հատում է իր ոսկեճաճանչ կառքով: Առհասարակ, բազմաթիվ զուգահեռներ կարելի է անցկացնել հին հնդկական, իրանական (Ավեստա), հունական, հայ, ինչպես և այլ հին ժողովուրդների առասպելների միջև, և այս հանգամանքը ցույց է տալիս ոչ միայն հնագույն ժողովուրդների առասպելաբանական փոխառույթ-



յունների (այսպես կոչված, թափառող պուժեներ), այլև հների աշխարհընկալման որոշակի նմանությունների իրողությունը:

Վեդաներում առասպելների մի ստվար խումբ միավորվում է Բրահմա գերագույն աստվածության պատումների շուրջ: Բրահման նախածնողն է, որ փաստորեն նույնացվում է համայն բնության հետ: Ըստ առասպելի՝ Բրահմայից առաջ ոչինչ չկար՝ բացի քաոսից ու ջրից: Ջրում ծնվում է ոսկե ձուն, որից էլ՝ Բրահման: Նա կուտրում է ձուն, որի վերին մասը վերածվում է երկնականարի, իսկ ներքինը՝ երկրի:

Բրահման այս երկու մասերն առանձնացնում է օդային տարածությամբ: Սա աշխարհատեղման գործընթացն է՝ ըստ վեդայական հավատալիքների: Բրահմայից են առաջանում աստվածները, մարդիկ և ամեն մի կենդանի արարած: Իսկ բնության վիթխարի երևույթների ու դրանց հատուկ բախումների իրողությունը առասպելական այս շարադրանքի մեջ արտացոլվել է աստվածների ու ասուրների միջև մղվող մշտական պայքարով: Ասուրները աստվածների ավագ եղբայրներն են, որոնք նախապես եղել են առաքինի էություններ. այլ

կերպ չէր կարող լինել, որովհետև Բրահմայից կարող էին ծնվել միայն բարի սկիզբ ունեցող էակներ: Հետագայում, սակայն, ասուրները գոռոգացել էին և իրենց հասկանալի ու արատավոր նախանձը կուտակելով աստվածների հանդեպ, մարտի էին նետվել նրանց դեմ՝ ցանկանալով նվաճել իրենց կրտսեր եղբայրների երկնային տիրապետությունը: Ասուրների մետամորֆոզի մեջ նկատելի է բնության՝ հին հնդիկների համար անհաղթահարելի աղետաբեր ուժերի վերապատկերումը: Դրան համապատասխան՝ ասուրները վերածվում են դատապարտելի վերապրուկների կամ վերասերված բարոյական արժեքներ կրողների: Նրանց համար սովորական է դառնում ստորությունը, անբարտապանությունը, անգամ մարդակերությունը և այլն: Ուշագրավ է, որ աստվածների և ասուրների պայքարը հիշեցնում է հին հունական աստվածների ու տիտանների պայքարը: Ասուրները ևս ունեն տիտանական նկարագիր և իրենց ահեղի ուժի շնորհիվ մեկ անգամ չէ, որ հաղթանակ են տանում աստվածների դեմ, թեև ի վերջո պարտվում են: Ի դեպ, ասուրների պարտության պատճառը ոչ թե սոսկ հակառակորդ աստվածների գերազանց ուժն է, այլ նրանց մեղանշելը բարոյական որևէ նորմի դեմ: Այսպես, Ինդրան՝ աստվածների արքան, կատարում է իր մեծագործություններից մեկը՝ սպանելով ահեղ ասուր Վրիտրային: Բայց Ինդրան դրանով նաև մեղք է գործում, որովհետև Վրիտրան բրահման էր՝ Բրահմայի ցեղից, իսկ ըստ վեդաների՝ բրահմանին սպանելը համարվում է մեծագույն մեղք:



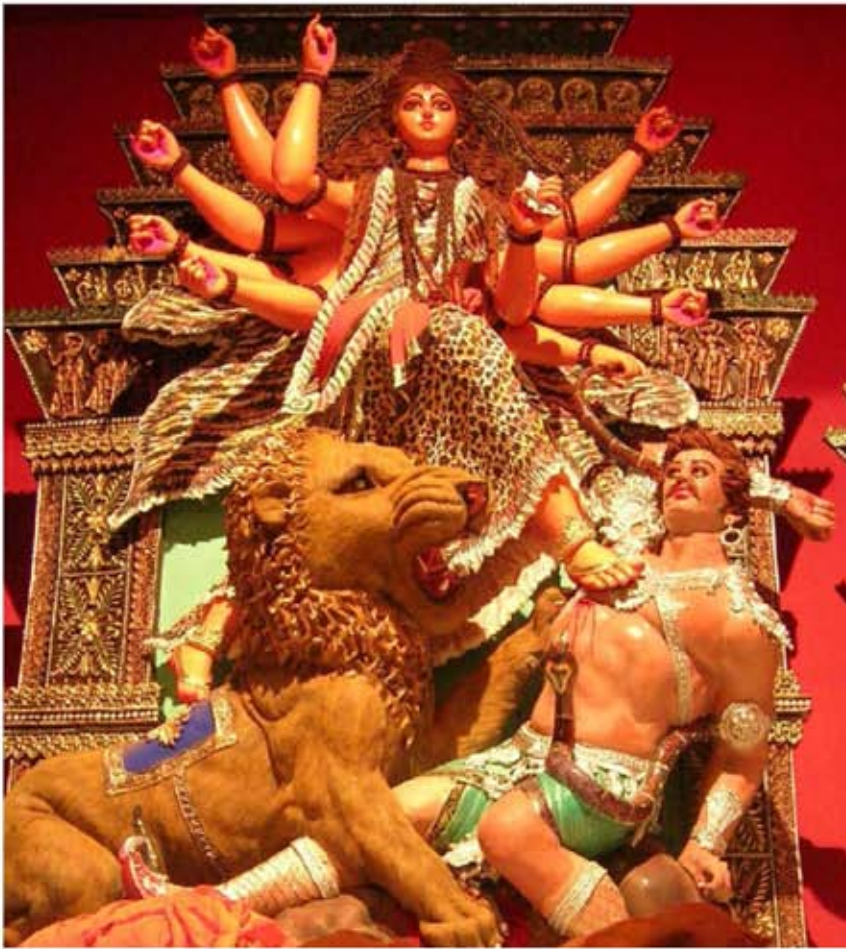
Ուստի Ինդրան պատժվում է նրանով, որ իր առջև փակվում են երկնային թագավորության դռները: Երկնքում ժամանակավորապես իշխում է Նահուշան: Մահարհարատայում Նահուշան՝ նախապես առաքինի և ասկետ այս առասպելական կերպարը, սակայն, իր հերթին մեղանշում է բարոյական սկզբունքների դեմ՝ ոտնձգություններ անելով Ինդրայի միայնակ մնացած կնոջ՝ Շաչիի նկատմամբ և ոտքով հարվածելով բրահման Ագաստյային: Վերջինիս անեծքի ուժով Նահուշան տասը հազար տարով վերածվում է օձի, և երկնային գահը կրկին անցնում է Ինդրային: Տիեզերական ուժերը ներկայացնելով հան-

դերձ՝ հնդկական աստվածներն ունեն ամենասովորական մարդկային նկարագիր. նրանք ևս ցուցաբերում են ստորություն կամ մեծահոգություն, վախկոտ են կամ խիզախ, ուխտադրուժ են կամ հավատարիմ և այլն:

Ժամանակագրական իմաստով «Ռիգվեդային» հետևում են, այսպես կոչված, ուշվեդայական առասպելները (VIII-VII դդ. մ.թ.ա.): Բրահման շարքի աստվածները ևս կորցնում են իրենց երբեմնի հզորությունը, նրանց փոխարինում է գերագույն աստվածությունը: Բրահմային հաղորդակցվելու ամենակարևոր միջոցը դառնում են ծիսական արարողությունները, որոնց անթերի կատարմամբ

մահկանացուն կարող է աստվածներից ավելի զորանալ: Հետաքրքիր է, սակայն, որ ճգնակեցությունը հնդկական առասպելներում հանդես է գալիս որպես միջոց՝ երկրային նպատակների համար, այն չի ուղղվում բնության և կյանքի օրենքների դեմ: Առավել հետաքրքիր է, որ ճգնակեցությանը անհամատեղելի չեն մարմնական վայելքն ու սերը: Այս տեսակետից հնդկական առասպելը միջին տեղ է գրավում հունական կրոնական հավատալիքների և քրիստոնեական ըմբռնումների միջև. եթե հունական հավատալիքները ներծծված են բնությանը հաղորդակցվելու պատանեկան տրամադրություններով, իսկ քրիստոնեությունը անգոսնում է մարմինը՝ այն ամբողջովին ստորադասելով հոգուն, ապա հնդկական գրույցները չափազանց զուսպ են՝ թե՛ մեկի և թե՛ մյուսի համեմատությամբ: Ճգնավորներն առասպելներում առանց որևէ դժվարության ամուսնանում են իրենց դուր





եկած աղջկա հետ: Ի վերջո, ինքնատառապանքի միջոցով նրանք երկրային նպատակների են ձգտում, որպիսիք են անմահությունը, հզոր ուժի տիրանալը և այլն:

Հնդկական շատ առասպելներ աչքի են ընկնում գեղարվեստական մտածողության գողտրիկ ու շքեղ պատկերներով և դրան համապատասխան հյուսվածքով, որ դրանք դարձնում է կուռ և ամրողջական ստեղծագործություն: Կենսական ուժերի հաղթանակը ձգնավորության, մարմինը չարչարելու ծեսերի դեմ թերևս ամենից ավելի տպավորիչ արտահայտվել է «Մահաբհարատա» պոեմի «Ասր պատանի ձգնավորի մասին» գրույցում: Պատանի Ռիշյաշրինգային գայթակղում են

արքունի անառակուհիները՝ միանգամայն մարդասիրական նպատակներով: Սակայն, անկախ սյուժետային էրոտիկ զարգացումներից, կարևորն այստեղ մարմնականը, սերն ու բնությունը փառաբանող կենսաթրթիո գրույցն է, դրանց անդինադրելի հմայքը մարդու համար: Առասպելների մեկ այլ խումբ ցուցադրում է համամարդկային բարոյական առաքինությունների վեհությունը: Այսպիսին է նույն պոեմի գրույցներից մեկը՝ «Ասր Ուշինարայի մասին»: Այստեղ գերագույն առաքինությունը համարվում է այն ուժը, որն ի սպաս է դրվում հանուն թույլի փրկության: Այդպիսին է արքա Ուշինարան, ով իր մարմինը փերթ առ փերթ հռչակելու է տրամադրում փորձիչ-անգ-

դին՝ անգոր աղավառ փրկության համար: Ի դեպ, հայ գրականության դասականներից այս սյուժեն օգտագործել է Ավ. Իսահակյանը իր գողտրիկ պատմվածքներից մեկում:

Ուշվեղայական շրջանում, երբ գերագույն աստվածության գործառույթն անցնում է Բրահմային, հնդկական դիցարանում կատարվում են որոշակի տեղաշարժեր: Ինդրան անվանապես է պահպանում «երկրի տիրոջ» տիտղոսը, առավել աճում է Վիշնու և Շիվա աստվածությունների դերը: «Աշխարհի պահապանները» գրույցում երեք կարևոր աստվածություններն են Բրահման, Վիշնուն և Շիվան, իսկ դրա մեկ այլ տարբերակում Ինդրային է հանձնվում Արևելքը, Յամային (մահվան աստվածը)՝ հարավը, Վարունային (ձշնարտության և արդարության աստվածը)՝ արևմուտքը, Կուբերային (հարստության աստվածը)՝ հյուսիսը: Միջանկյալ աստվածությունների իրենց գործառույթներն են ստանձնում Մուրիեն, Սոման, Ագնին և այլն:

Հին հնդկական էպոսի՝ «Մահաբհարատայի» հիմնական մասը ընդգրկում է մեր թվարկությունից առաջ I հազարամյակի կեսերից մինչև մեր թվարկության սկիզբն ընկած ժամանակաշրջանը: Էպոսի սյուժեները բազմաշերտ են և բազմաձայլ, այն ընդգրկում է տարբեր դարաշրջաններում ստեղծված ասքերը ևս, ինչպես և մյուս մեծ էպոսի՝ «Ռամայանայի» ուշ շրջանների հատվածները, որոնք ներկայացնում են հինդուիզմի առասպելաբանությունը: Այս վերջինս արտահայտում է, այսպես կոչված, Տրիմուրտիի՝ գերագույն աստվածության հասկացությունը, որ ամրո-



ջանում է միասնական եռաստվածության տեսքով՝ ի դեմս Բրահմայի (տիեզերքի արարիչը), Վիշնուի (տիեզերքի պահապանը) և Շիվայի (ամենակործան ուժը): Շարունակվում են տրոհվել նաև առասպելաբանական այս պատկերացումները. հինդուիզմը բաժանվում է երկու հոսանքների՝ վիշնուիզմի և շիվիզմի, այս վերջինից ճյուղավորվում է կրիշնայիզմի ուղղությունը: Կրիշնայի մեջ հավանաբար խտացել են տարբեր աստվածությունների հատկանիշները, և այստեղից էլ՝ նրա կերպարի բազմակողմանիությունը, որ ներկայացնում է կրոնական այլաբանականից մինչև աշխարհիկ և մարդկային զգացումներով հագեցած մի շատ ուշագրավ կերպար: Կրիշնան ևս կատարում է բազմաթիվ սխրագործություններ (դևերին, ինչպես և օձերի տիրակալին ոչնչացնելը, իր հովանավորյալ ժողովրդի համար արդարացի իշխանություն հաստատելը և այլն): Ուշագրավ է, որ հանձին Կրիշնայի, տեսնում ենք բազմակնության մղումների աներևակայելի պոռթկումները. նա սկսում է ութ կին ձեռք բերելով, և այս թիվը հասցնում

է 16.100-ի՝ ընդամին նրանց միաժամանակ մերձենալու իսկապես առասպելական կարողությամբ, որի արդյունքը, արդեն բնականաբար, լինում են նրա թողած բազմաթիվ սերունդները:

Մահաբհարատայի հետագա դրվագներում առասպելական կերպարները ստանում են նոր զարգացումներ, հայտնվում են նոր աստվածություններ, կան հները լցվում են նոր բովանդակությամբ: Այս կերպ գրույցներում շրջանառում են Կամուն (սիրո աստվածը), Շիվայի զավակներ Սկանդան (պատերազմի աստվածը) և փղագլուխ Գանեշան (խնաստության աստվածը)՝ նույնանշանակ աստվածուհի Մարասվատիի տարրերակով և այլն: Այս աստվածությունների մեջ առավել նշանակալի է Կալին՝ Շիվայի կինը, որը մարմնավորում էր աստվածային ամենագոր էներգիան: Իր կործանաբար հատկությունների հետ միասին կան զուգահեռ, Կալին պաշտամունքի օրյեկտ էր դառնում նաև իբրև չար ուժեր ոչնչացնող և ամենագոր հովանավոր-աստվածուհի, հատկապես Բենգալիայում: Հետաքրքիր է, որ այստեղ է գտնվում նրա Կալիգհատա տաճարը, անգլերեն արտասանությամբ Կալկաթան՝ Բենգալիայի մայրաքաղաքը:

Հին հնդկական առասպելաբանության մասին կարելի է անվերջ խոսել, դրա վերաբերյալ կուտակված է բավականաչափ պատկառելի գրականություն, որ վերաբերում է ոչ միայն բուն առասպելներին, այլև դրանց հիմքում ընկած հասարակական գիտակցության ձևերին՝ փիլիսոփայությանը, բարոյագիտությանը, գեղագիտությանը, լեզվաբա-

է 16.100-ի՝ ընդամին նրանց միաժամանակ մերձենալու իսկապես առասպելական կարողությամբ, որի արդյունքը, արդեն բնականաբար, լինում են նրա թողած բազմաթիվ սերունդները:

Մահաբհարատայի հետագա դրվագներում առասպելական կերպարները ստանում են նոր զարգացումներ, հայտնվում են նոր աստվածություններ, կան հները լցվում են նոր բովանդակությամբ: Այս կերպ գրույցներում շրջանառում են Կամուն (սիրո աստվածը), Շիվայի զավակներ Սկանդան (պատերազմի աստվածը) և փղագլուխ Գանեշան (խնաստության աստվածը)՝ նույնանշանակ աստվածուհի Մարասվատիի տարրերակով և այլն: Այս աստվածությունների մեջ առավել նշանակալի է Կալին՝ Շիվայի կինը, որը մարմնավորում էր աստվածային ամենագոր էներգիան: Իր կործանաբար հատկությունների հետ միասին կան զուգահեռ, Կալին պաշտամունքի օրյեկտ էր դառնում նաև իբրև չար ուժեր ոչնչացնող և ամենագոր հովանավոր-աստվածուհի, հատկապես Բենգալիայում: Հետաքրքիր է, որ այստեղ է գտնվում նրա Կալիգհատա տաճարը, անգլերեն արտասանությամբ Կալկաթան՝ Բենգալիայի մայրաքաղաքը:

Հին հնդկական առասպելաբանության մասին կարելի է անվերջ խոսել, դրա վերաբերյալ կուտակված է բավականաչափ պատկառելի գրականություն, որ վերաբերում է ոչ միայն բուն առասպելներին, այլև դրանց հիմքում ընկած հասարակական գիտակցության ձևերին՝ փիլիսոփայությանը, բարոյագիտությանը, գեղագիտությանը, լեզվաբա-



նությունը և այլն: Հատկապես պետք է առանձնացնել այդ առասպելաբանության մշակութային համամարդկային արժեքը, որ ամենից առաջ ի հայտ է գալիս հնդիկ ժողովրդի անցյալի ու ներկայի գրականության և արվեստի ստեղծագործություններում՝ իբրև քաղաքակրթական մնայուն որակներ: Իր սյուժեներով ու կերպարներով հին հնդկականը ամեննին չի զիջում հին հունական առասպելաբանությանը, թեև դրան տեղի է տալիս նվազ ժողովրդականությանը կամ տարածվածությանը: Մույն թոուցիկ ակնարկը, թերևս, իր իրազեկող բնույթով ինչ-որ չափով կնպաստի այս վերջին գործոնին՝ հայ ընթերցողների շրջանում:–



**ԳՐԻԳՈՐ Ե
ՔԱՐԱՎԵԺ
ԿԱԹՈՂԻԿՈՍԻ
ՄԱՀՎԱՆ
ՀԱՆԳԱՄԱՆՔՆԵՐԸ
ԵՎ ԿՈՊԻՏԱՌԱ
ԱՄՐՈՑԸ**

ՄԻՍԱԲ ԶԵՎԱՀԻՐՃՅԱՆ



Ռուբինյան պարոն Լևոն II-ը (ապա՝ Լևոն I Մեծագործ թագավոր, 1185-1219 թթ.) նախքան իշխանաց իշխան լինելը գորավար էր բյուզանդական քանակում: Կիլիկիայի հայոց Ռուբինյան իշխանության իշխանապետ կարգվելուց (1187 թ.) հետո նա ջանասիրաբար աշխատում էր իր իշխանության կոչումը բարձրացնել թագավորական աստիճանի: Նկատենք, որ բյուզանդական կայսրերի նպատակն էր «միարարության» պատրվակով վերացնել հայոց անկախ Առաքելական Ս. եկեղեցին և հայերին երկարակ հունադավանություն պարտադրելով՝ ուժացնել նրանց: Լևոն II-ը, լավ գիտենալով բյուզանդացիների նպատակները, ցանկանում էր արքայական թագը ստանալ աշխարհագրական տեսակետից հեռու մի երկրի թագավորից: Այդ պատճառով նա ակնկալություն ուներ թագը ստանալ Հռոմեական սրբազան կայսրության միա-

պետից՝ այդպիսով խուսափելով Բյուզանդական կայսրությունից կախյալ վիճակի մեջ ընկնելուց: 1190 թ. Հռոմեական սրբազան կայսրության կայսր Ֆրեդերիկ I Շիկամորուսը (1152-1190 թթ.) խոստացել էր պարոն Լևոն II-ին տալ արքայական թագ: Սակայն դրանից մի քանի օր անց նա խեղդվել էր Սելեկիայի մի գետում, և այսպիսով մինչև 1199 թ. հունվարի 6-ը նրա խոստումն անկատար էր մնացել: Բյուզանդական Ալեքս III Անգելոս կայսրը (1195-1203 թթ.), օգտվելով առիթից, Հռոմեական սրբազան կայսրության կայսրին և Հռոմի պապին կանխելու նպատակով

Ռուբինյան իշխանին ուղարկել էր թագ (1196 թ.)՝ իր հարակից մանրամասներով միասին: Այդ մասին հետևյալն է գրել Սմբատ Սպարապետը. «Իսկ ի թուին ՈՒԵ (1196 թ.) առաքեաց թագաւորն Յունաց Լեւոնի թագ պատուական. եւ խնդրէ ի նմանէ գմիարանութին սիրոյ. եւ նա առ ընկալալ ուրախութեամբ»¹: (Իսկ 1196 թ. Հունաց թագավորը Լեւոնին պատվական թագ ուղարկեց: Եվ խնդրում էր նրանից՝ միաբանել սիրով: Եվ նա ընդունեց ուրախությամբ): Բյուզանդացիք Լևոնին հորդորում էին. «Զթագն Հռոմեացոց մի դիցես ի գլուխ

¹ Սմբատայ Սպարապետի տարեգիրք, Վենետիկ, 1956, էջ 207:



քո, այլ գմերդ, զի առ մեզ հուպ ես, քան թէ ի Հոռն»²: (Մի դիր քո գլխին հոռնացիների թագը, այլ մերը, որովհետև դու ավելի մոտ ես մեզ, քան Հոռնին):

Հիշյալ ժամանակներում շատ նորը և դյուրաբեկ վիճակի մեջ էր գտնվում Կիլիկիայի հայոց Ռուբինյան իշխանության քաղաքական և դիվանագիտական կացությունը: Ամենայն հայոց կաթողիկոսները աչալբջորեն հետևում և ամեն տեսակի ոտնձգություններից հեռու էին պահում Հայոց Առաքելական Ս. եկեղեցու և հայ ազգի ինքնուրույնությունը: Նրանք չէին հանդուրժում զիջումների մասին որևէ առաջարկ կամ ակնարկ: Թեկուզ իրենց կյանքի գնով էլ լինե՛ր՝ պատասխանում էին շատ կտրուկ և անզիջում: Իսկ նրանց այդպիսի դիրքորոշումը չէր համապատասխանում Լևոն II-ի քաղաքական ճկուն ուղղությանը: Նա նույնիսկ բռնություններ էր գործադրում իր քաղաքականությանը առարկողների նկատմամբ: Այդպիսիք էին եղել Գրիգոր IV Տղա (1173-1193 թթ.) և Գրիգոր V Քարավեժ (1193-1194 թթ.) կաթողիկոսները: Այս վերջինիս սպանության հարցի կապակցությամբ կարելի է վկայակոչել մի քանի ժամանակագրություններ, որոնցում հիշվում է Կուպիտառա ամրոցը: Ինչպես հայտնի է, Գրիգոր Քարավեժի՝ Կուպիտառայում մահանալու իրողությունը պետք է դիտարկել Կիլիկիայի հայկական հոգևոր ու աշխարհիկ իշխանությունների կասկածելի մրցակցությունների ոլորտում: Ժամանակագիրներից մեկը գրում է, թե «Եւ առեալ տէր Յոհաննէս գղատապարտեալ Հայրապետն երեք առ Լեւոն և եղին զնա ի պահեստի ի բերդն Կուպիտառայ, ժամանակ ինչ կալ զնա... և առեալ կտաւ կախեցաւ ի գիշերի իջանել ի բերդէն և կտաւն անկն բեկեալ պատառեցաւ և անկեալ ի խոնարի բարձաւ մեռեալ, և առեալ տարան ի Դրագարկ և անդ թաղեցին զնա... ու էր թուական Հայոց ՈՍԳ (1194 թ.)»³: (Եվ առավ տեր Հոհաննէսը դատապարտյալ Հայրապետին, բերեց Լեւոնի մոտ և փակեցին նրան Կուպիտառա բերդում՝ մի քանի ժամանակ... Եվ առնելով պարանք, դրանից կախվելով՝ գիշերով իջավ բերդից և պարանք կտրվելով՝ ընկավ ներքև ու վախճանվեց և նրան առան տարան Դրագարկ և այնտեղ թաղեցին... Այդ Հայոց 1194 թվականին էր):

Իսկ Կիրակոս Գանձակեցին և իր համախոհները կասկած են հայտնում արկածի մասին. առաջինը գրում է այս առթիվ. «...Ջի

² Նույն տեղում, էջ 158:

³ Նույն տեղում, էջ 205-206:



ծախողք բազում էին նորա... եպիսկոպոսք նախանձոտ և մատնեցին զնա ստութեամբ Լեւոնի թագաւորին: Եւ նա հրամայեաց արգելուլ զնա ի բերդ մի, մինչև քննութիւն լիցի ճշմարտութեամբ վասն նորա... Յաւուր միում տեսին զնա անկեալ ի պարիսպ բերդին՝ ունելով կտաւ զմիջաւիրոյ, այնպէս մեռեալ: Եւ զայս ոմանք ասէին, եթե ծախողք նորա ընկեցին եպիսկոպոսքն որք ակն ունէին ժառանգել զաթոռն»⁴: (Եվ որովհետև նրան մատնողները շատերն էին, [այդ թվում և] նախանձ եպիսկոպոսները, և ստությամբ նրան մատնեցին Լևոն թագավորին: Եվ նա [թագավորը] հրամայեց բանտարկել նրան մի բերդում, մինչև ճշմարիտ քննություն կատարվի: Մեկ օր տեսան նրան ընկած բերդի պարսպից՝ մեջքին պարան և այդպես մահացած: Եվ այս մասին ոմանք ասում էին, թե նրան վայր էին նետել իրեն մատնող եպիսկոպոսները, որոնք ակնկալում էին ժառանգել [պաշտօնիկոսական] աթոռը):

⁴ Կիրակոս Գանձակեցի, Պատմութիւն Հայոց, Ե., 1961, էջ 147-148:

Կոպիտառա ամրոցի մասին XIII դարում գրված տեղեկություններ չկան: Բայց մեզ հայտնի է, որ XII-XIII դարերում փոխվել էր այդ ամրոցի դերը Կիլիկիայի հայկական պետության մեջ: Այդ ժամանակաշրջանում հաստատվում է Այսպից Սեբաստիայի և Թավրիզի վրայով Միջին Ասիա, Հնդկաստան, Չինաստան, Կովկաս և Ռուսաստան տանող քարավանային տարանցիկ ճանապարհը: Կոպիտառան գտնվում էր այդ ճանապարհից, ընդ որում՝ Այսպից ընդամենը մեկ հանգրվան հեռավորության վրա: XIV դարի առաջին կեսին գործոն դեր ունեցած Ֆյորենցիայի մի առևտրական տան գործակալ Պեֆլուտի Բալդուին Այսպի և Թավրիզի միջև բանող տարանցիկ ճանապարհին հաշվում է 34 հանգրվաններ և այդ թվում՝ Այսա-Կոպիտառա-Կանտոն-Կասենա-Ամիրալյո-Յակումի-Սեբաստիա և այլն⁵: Սույն առևտրական ուղու հանգրվանների հարցով գրառվել են ինչպես

⁵ Ալիշան Ղ., Միսոսն, Վենետիկ, 1885, էջ 368:

եվրոպացի, այնպես էլ հայ հետազոտողները՝ Ղ. Ալիշանը, Հ. Մանանդյանը և ուրիշներ: Այստեղ անհրաժեշտ է ճշտել Կոպիտառա բերդավանի դիրքը: Առկա բոլոր փաստերը ցույց են տալիս, որ այն գտնվում էր ոչ թե Կիլիկիայի հայկական պետության հյուսիսային սահմաններում, ինչպես կարծել են, այլ մայրաքաղաք Միսի՝ առևտրական կարևոր այդ կենտրոնի մոտ: Կոպիտառան Կիլիկիայի թուրքմեն բռնապետ Շահսուվար Դուվկադիբի տիրույթն էր 1467-1468 թթ.: Նրա եղբայր Հասան բեյը դեպի Վրաստան կատարած արշավանքից վերադարձին Կարսում հաստատված թուրքմեն բնակչության մի մասը տեղափոխել էր Կոպիտառա, որպեսզի այստեղ չեզոքացվեր հայ բնակչության գերակշիռ թվաքանակը: Դրանից հետո փոխվեց Կոպիտառայի անունը և այն կոչվեց Կարս-գյուլքաղերիյե, ապա՝ Կարս-բազար. բնակավայրին ավելացվել էր «բազար» բաղադրիչը՝ նրա առևտրական վաղեմի կենտրոն լինելու հանգամանքով: Այժմ այն կոչվում է Քաղիբլի: Այսօր էլ Քաղիբլի գյուղաքաղաքը շրջակա թուրքական գավառների առևտրական կենտրոնն է: Նրա կողքին են գտնվում Կոպիտառա բերդը, ինչպես և երեք այլ հայկական բերդերի ավերակները: Կարս-բազարի





ճարտարորեն կառուցված այդ չորս բերդերը պաշտպանել են քաղաքը թշնամական հարձակումներից: Ավելացնենք, որ շրջակայքում կան նաև այլ ավերակ բնակավայրեր՝ իրենց կառույցներով, սրբատաշ սյուներ և շինարարներ՝ իրենց հայերեն արձանագրություններով, ինչպես և միավերակվանք: Նույն՝ XIII-XIV դարերում Կուպխատա բերդի գործառույթը կենտրոնացել էր առևտրական տարանցիկ ուղիների, վաճառականների, քարավանների և դրանց առնչվող հարակից գործերի անխափան ու անվտանգ աշխատանքը ապահովելու վրա: Վերոհիշյալ՝ իրար մերձ չորս բերդերի մի մասը, կարելի է կարծել, հատկացվել են քարավանների բերած ապրանքներն ամրաբերելու նպատակին, ինչին ծառայում էին նաև Այաս նավահանգստի աշտարակները: Ապրանքներն ամրաբերելուն հատկացված ամրոցները Կիլիկիայի հայկական պետության արքունի գանձարանին բերում էին մեծ հասույթներ:

Բազմամարդ և վաճառաշահ քաղաք է եղել Կուպխատան: Այն եղել է նաև եպիսկոպոսանիստ կենտրոն՝ հայկական պետության ժամանակներում: XIV դարի հայ եպիսկոպոսներից հայտնի է «Միմեոն եպիսկոպոս Կուպխատոյ» անձը, ով մասնակցել է 1307 թ. Միսի եկեղեցական

ժողովին⁶:

Կուպխատայի բերդակալ հայ իշխաններից հայտնի են. Մեծն Լևոնի թագադրության հանդեսին ներկաներից՝ «Իշխանն Կուպխատոյ» Կուտանդինը, «աւագ խորհրդականաց» Օշին իշխանը, ով մասնակցել է 1307 թ. Միսի և 1317 թ. Ադանայի եկեղեցական ժողովներին:



Կիլիկիայի հայկական պետության անկումից հետո ևս Կուպխատայի բերդը մնում է կանգուն և հայերի ձեռքին: Եվ երբ վերոհիշյալ ճահտավար Դուլկադիբը տիրում է Եգիպտոսի մամլուքների ենթակա Դաշտային և Լեոնային Կիլիկիայի բերդերին (1465-1472 թթ.), դրանց մեջ էր նաև Կուպխատան: Այստեղ է փախել-ապաստանել 1468 թ.

⁶ Չամչեան Մ., Հայոց պատմություն, հ. III, Վենետիկ, 1786, էջ 310:

կողմերը մի ձեռագիր հիշատակարանի անհայտ հեղինակը, ով մանրամասն պատմում է այդ դեպքերի մասին: Նույն ժամանակներում այդ բերդն են տարել Միսի կաթողիկոսարանի Ս. Աջը և սրբանվեր մասունքները:

Հայտնի է, որ 1487 թ. Կիլիկիան նվաճեցին օսմանյան թուրքերը, բայց դրանից հետո էլ դարեր շարունակ իրենց գոյությունը պահպանեցին նրա վաղեմի բնակչության սերունդները, այդ թվում և հայերը: Նույն կերպ մինչև առաջին աշխարհամարտի տարիները Կարս-բազարում ապրում էին Կուպխատա վաճառաշահ բերդավանի հայ բնակչության հետնորդները: Ցեղասպանությունից տուժեցին նաև նրանք: Ողջ մնացած հայերի վերջին բեկորների արտագաղթը եղավ 1922 թ. հունվարին: Նրանց ամբողջ ունեցվածքին տիրեցին թուրք կամ թուրքմեն բնակիչները: Իսկ Կարս-բազարի եկեղեցին նրանք վերածեցին, ինչպես սովորաբար լինում է Թուրքիայում, մզկիթի: Եկեղեցու գմբեթը ստացել է մի տարօրինակ տեսք՝ ընդհուպ հարմարեցված մինարեի հարևանությամբ: Եկեղեցու պարտեզը վերածվել էր բացօթյա սրճարանի, իսկ փողոցի մյուս եզրին գտնվող եկեղեցապատկան կարվածքներից մեկի վրա այս տողերի հեղինակը տեսել էր դեռ պահպանված հայերեն մի արձանագրություն:

Քաղիրլի գյուղաքաղաքի բնակչությունը 1958 թ. դրությամբ բաղկացած էր քոչվոր և լեռնական թուրքմեն ցեղերի ժառանգներից, որոնք շարունակում էին պահպանել իրենց միջնադարյան բարբերն ու սովորույթները:

ԱՆՏՈՆ ՍՈՒՐԻԱՆՈ ՀԱՅԸ



ՀՐԱՉՅԱ ԲԱԼՈՅԱՆ

Բանասիրական գիտությունների
թեկնածու



Գաղտնիք բացահայտած չեմ լինի, ոչ էլ ազգային մտավորականությունն զրկելու և քննադատելու անհրաժեշտություն չեմ տեսնում, որ հայ ժողովուրդը մեծ տաղանդով ու ստեղծարար ջիղով օժտված ժողովուրդ է. դա ասում են նաև օտարները, խոստովանում են նույնիսկ մեզ չհամակրողները, անգամ երբեմն՝ մեր թշնամիները: Դարձյալ գաղտնիք բացահայտած չեմ լինի, եթե ասեմ, որ մեր տաղանդն ու ստեղծարար ջիղը հաճախ շենացրել են օտար ավերակները՝ մերը թողնելով թշվառ ու կիսավեր: Դրա պատճառը երբեմն եղել է հայրենի եզերքում գործունեության պայմանների բացակայությունը, երբեմն էլ՝ անտարբերությունը հայրենիքի ու ազգի նկատմամբ: Օտար հողում բեղուն գործունեություն ծավալած և ասպնջական ժողովրդին անգնահատելի ծառայություն մատուցած հայր-դիներից է Անտոն Սուրյանը (Սուրիանո Անտոնիո, Surian Antonio detto Armeno): Վերջինիս մասին, ցավոք, մեզ ժխտ

տեղեկություններ են հասել: Միջին Արևելքի ու շրջանից էր Ռիվա դելլի Սկեավոնին ավի իջել ծովային առևտրում, պատերազմական, ճարտարագիտական, բժշկական և այլ բնագավառներում հմուտ, ճկուն մտքի տեր այս հայ երիտասարդը, դժվար է ասել: Հավաստի փաստաթղթերի պակասության պատճառով հարցի վերաբերյալ ընդամենը եզրակացություններ կարելի է անել: Վիճարկման ենթակա չէ, սակայն, Անտոնի ազգությունը. Վենետիկում նրան անվանում էին Անտոն Հայկազուն: Նա իր ազգակիցների նման բարեպաշտ քրիստոնյա էր, հաճախում էր Հայերի նրբանցքում գտնվող Ս. Խաչ հայկական եկեղեցին՝ պատարագ լսելու: Բացի դրանից՝ 1561 թ. հունիսի 24-ին Վենետիկի դոժ Ջիրովանո Պրիուլիին հասցեագրած աշխատանքային դիմումի մեջ ստորագրել է Սուրիան ազգանվամբ, որից կարելի է հետևություն անել, որ եկել



է Սիրիայից, ուր բազմաթիվ հայեր էին ապրում: Այդ ժամանակ Վենետիկ եկած արևելացիների (և ոչ միայն նրանց) մեջ սովորություն կար ներկայանալիս մկրտության անվան կողքին դնել նաև այն քաղաքի կամ շրջանի անունը, որտեղից եկել են:

Անտոնը հավանաբար Վենետիկ է հասնում այն նավախմբերից մեկով, որոնք շաքար և գինի էին տեղափոխում: Ըստ հաշվարկների՝ այդ ժամանակ մոտ 20 տարեկան էր: Լինելով նավերի և ծովի գիտակ՝ նրա համար իհարկե դժվար չէր ձեռք բերել հատուկ պարտականություններով նավամատույց: Բայց ծովագնացության կիրքն է, որ նրան մղում է ծառայության Ս. Մարկոսի հզոր ծովային հանրապետությունում:

1104 թ. Կաստելյո թաղամասում կառուցվում է նավաշինարան, որը դառնալու էր Վենետիկի գլուխգործոցը: Երեք դարերի ընթացքում այս շինությունը այնքան է ընդարձակվում ու կատարելագործվում, որ այնտեղ իրականացվում է ցոկանավի



նախագծում, կառուցում՝ ընդհուպ մինչև ծովն իջեցնելը և պարսիմաթով ու բլիթներով պարենավորելը:

Այդժամ Վենետիկն ուներ

ծովերը ճեղքող գրեթե 3000 առևտրական առագաստանավ, 7 թնդանոթածիզ առագաստանավ և ռազմական նավատորմիդ: Նավաշինարանում կար առավել քան 16000 աշխատող՝ ամենաբազմազան մասնագիտությունների տեր:

Ծովային ճարտարապետության այս հզոր մարմինը հրապուրում էր հայ երիտասարդին: Այդ պատճառով էլ նա դոժին հղած դիմումի մեջ առանձնահատուկ կերպով նշում է իր ունակությունները՝ բացահայտորեն հասկացնելով, որ շատ օգտակար կարող է լինել ծովային Վենետիկին: Դոժը և սենատորները, կարդալով այս դիմումը, կարող էին և հավատ չընծայել երիտասարդ ներգաղթյալի կարողություններին, սակայն Վենետիկը վաղուց ի վեր պատրաստ է

եղել աշխատանքում փորձելու երիտասարդ խանդավառներին, և Ծերակույտը որոշում է նրան ընդունել Նավաշինարան: Սուրիանը շատ



կարճ ժամանակահատվածում անսպասելի հաջողության է հասնում և մեծ օգուտ տալիս Վենետիկի Հանրապետությանը:

Անտոնն այդ տարիներին ապրում է Նավաշինարանի շրջանում, քայք ստույգ հայտնի չէ՝ որ մասում և ում մտա: Շուտով նա աչքի է ընկնում իր ձեռներեցությանը և կարողություններով, ջրի երես է հանում նավահանգստում ընկղմված մի առագաստանավ՝ իր բոլոր թանկարժեք ապրանքներով, բնական վիճակի բերում Վենետիկի Հանրապետության ծովակալ Ջիրոլամո Կոնտարինիի թնդանոթածիզ առագաստանավի 3 մեծ թնդանոթները, չափազանց օգտակար խորհուրդներ տալիս Տանային, որն արտադրելու էր գանազան ձուպաններ, ստեղծման գործի վերաբերյալ, ինչպես նաև մեծ դեր խաղում երկաթյա այգու ստեղծման գործում, որը թնդանոթի պահեստ էր լինելու: Իր այս յուրահատուկ ունակությունների շնորհիվ շուտով նրան սկսում են կոչել ճարտարապետ՝ թե՛

Նավաշինարանում, թե՛ դրսում: Մակայն տաղանդաշատ հայ երիտասարդը երբեք չգոռոգացավ և երբեք չփորձեց իշխել: Իր այդ բնավորության շնորհիվ նա վայելեց վերադասի և գործընկերների համակրանքն ու շատ շուտով գրավեց կառավարության վստահությունը:

Անտոնն ամուսնանում է Կիարա անունով վենետիկցի մի օրիորդի հետ, որը, ենթադրվում է, ջրապտույտով նետ արձակող պատերազմական գնդի արհեստավորի դուստր էր: Կիարան 10 տարվա ընթացքում Անտոնին պարգևում է 6 զավակ: Վերջիններիս և նրանց սերունդների մասին ավելի քան մեկդարյա վկայություններ կան Նավաշինարանի պատմության մեջ:

Անտոն Սուրիանի վենետիկյան գործունեության փայլուն արդյունքներից է մեծ նավերը ծովն իջեցնելու նոր համակարգի մշակումը, ինչպես նաև խորտակված նավերը ծովի հատակից բարձրացնելու և ծովի հատակում դարբերով կուտակված տիղմը մաքրող սարքի ստեղծումը:

Մակայն նրա՝ մինչև օրս մշուշով պատված անունը, ոսկե տառերով կգրվի 1571 թ. հոկտեմբերի 7-ին տեղի ունեցած Լեպանտոյի ճակատամարտի տարեգրության մեջ: Պատրաստի ծովածոցի դեմ հանդիման կանգնած էին երկու ուժեր՝ 208 ցովանավից (106 վենետիկյան, 90 իսպանական՝ ջենովականը ներառյալ, 12 քահանայապետական) քաղկացած քրիստոնեական նավատորմի դը՝ 1800 միավոր հրետանիով ու 80000 մարդկանցով,

և թուրքական նավատորմի դը՝ իր 222 ցովանավով, 90000 մարդկանցով և 750 միավորից կազմված հրետանիով: Քրիստոնեական ընկերակցության կողմից խաչազարդ բոսորագույն մետաքսի դրոշներով վեհացած ցովանավերի կիսալուսնաձև ավանդական շարքի առջևից գույգ-գույգ ընթանում էին այն ժամանակվա գորեղ ծովային ուժերը՝ 6 վենետիկյան եռակայն մարտանավերը, որոնք յուրաքանչյուր կողմում ունեին 30-ական թի՝ նպատակ ունենալով ջախջախել թշնամուն, որին նավերի վրա փողփողում էր ոսկետառ «Ալլահ» գրությամբ սպիտակ մետաքսե դրոշը: Անտոն Սուրիանը հրամանատար Ֆրանչեսկո Դուդոյի նավի վրա արդեն նախապատրաստել էր բոլոր թնդանոթների ուղղությունները, մի դիպուկ ու արագ կրակ, և վստավում են թուրքական նավերը՝ խուճապի մատնելով յուրայիններին: Քրիստոնյաների հաղթանակը բացահայտ էր: Սուրիանը, վտանգելով անձը, անմիջապես նորոգում էր վթարված նավերը: Ի դեպ, հայ անխոնջ ճարտարապետը ընկղմվելուց փրկում է նաև Դուդոյի նավը՝ հանապատրաստից փակելով մի մեծ ձեղքվածք: Լեպանտոյի ճակատամարտում թուրքերի կրած պարտության պան-





ծալի լուրը 10 օր անց հասնում է Վենետիկ: Այս ճակատամարտը, որ մտնում է բոլոր ժամանակների ծովային ճակատամարտերի առաջին հարյուրյակի մեջ, ճակատագրական դեր է խաղում Եվրոպայի համար. Վենետիկում ցայսօր նշվում է այդ հաղթանակը: Իմֆիալոց, այս ծովամարտին իսպանական զորքերի կազմում մասնակցել և ծանր վիրավորվել է ապագա մեծ գրող, անմահ «Դոն Կիխոտի» հեղինակ Միգել դե Սերվանտեսը:

Թուրքիայում հայ կաթոլիկության թեմի առաջնորդ, եպիսկոպոս, պրոֆեսոր հայր Լևոն Զեքիյանը, անդրադառնալով այդ իրադարձությանը, գրում է. «Քրիստոնեական միության հաղթանակի գաղտնիքը Սուրիանի թնդանոթների դիպուկության մեջ էր»: Ս. Մարկոսի Հանրապետությունում Անտոնի կողմից ստեղծած հրետանու ավերիչ ազդեցությանն է անդրադարձել Մարկո Մորին 1985 թ. Վենետոյի կաթողիկե դրամատան կողմից հրատարակված «Վենետիկը և թուրքերը» հատորյակի «Լեպանտոյի ճակատամարտը» գլխում: Փաստորեն Անտոն Սուրիանը հին աշխարհը փրկեց թուրքական յաթաղանից, որը հարյուրամյակներ անց պիտի դանթեական դժոխքից սարսափելի դժոխք ստեղծեր իր ժողովրդի համար: Հայկական միտքը հաղթեց թուրքական վայրագությանը:

Չորս տարի անց մեկ այլ չարիք է պատուհասում Վենետիկը. ժանտախտ: Եթե Լեպանտոյի ճակատամարտում փայլում են Սուրիանի քաջասիրտ ծովային ինսուր-

յունները, ապա մահաափյուռ համաճարակի ժամանակ ի հայտ են գալիս նրա մարդասիրությունն ու կազմակերպչական ձիրքը:

1575 թ. հուլիսի 21-ին հիվանդությունն սկսում է օժապտույտ շրջաններով առաջանալ ծովակում: Պաղովա խորհրդի կանչված լավագույն բժիշկներն անգամ սկզբում չեն հասկանում իրավիճակի լրջությունը: Բայց շատ շուտով ամեն ինչ պարզվում է: Համաճարակը կանխելու համար հասարակապետության ձեռնարկած միջոցները արդյունք չեն տալիս: Հիվանդությունը՝ որպես մի անհագ հրեշ, բազմաթիվ մարդկային կյանքեր է խժռում՝ չխնայելով անգամ



համաշխարհային կերպարվեստի հսկաներից մեկին՝ 96-ամյա Վեչելիո Տիցիանին: Անցյալում էլ Վենետիկը բազմիցս բախվել էր այդ չարիքին, դրա համար էլ առաջին քաղաքն էր, որում ստեղծվում են մեկուսացած դարմանավայրեր: Այս անգամ համաճարակը այնպիսի չափերի է հասնում, որ ստիպված են լինում Ս. Մարկոսի ափին առողջապահական վիճակը հսկող ցեղանավի շուրջը նավակներով դարմանատուն հիմնել. այն շուտով լցվում է



խելացնոր վարակվածներով: Հանրապետության տարածքում բժշկական գործունեությունը կարգավորող օրենքները խստագույն էին. դատավորները պատժում էին բժշկողներին՝ թույլ տրված յուրաքանչյուր ապօրինի քայլի համար: Սուրիանն առաջարկում է իր օգնությունը: Կառավարությունը գիտեր, որ նա իր հայտնագործած դեղով ծովային մարտերի ժամանակ բազմիցս փրկել է վիրավորներին, ուստի վստահորեն ընդունում է բազմատաղանդ հայորդու օգնության առաջարկը՝ նրան հանձնելով Վենետիկի մի ամբողջ թաղամասի՝ Դորսոդուրոյի խնամքը: Սուրիանը անսահման նվիրվածությամբ լծվում է գործի և իր ստեղծած գաղտնի պարունակություն ունեցող դեղերով մահվան ճիրաններից փրկում հազարավոր մարդկանց, կանխում համաճարակը: 2 տարի անց՝ 1577 թ. հուլիսի 21-ին, մարդակուլ չարիքը հոջակվում է հաղթահարված, ծովին բազմած գեղեցկուհին փրկվում է: Անտոն Սուրիանը բազմաթիվ



վննտիկցիների ընտանիքներ էր փրկել մահից՝ առատորեն ներդնելով իր իսկ սեփական միջոցները՝ առանց հատուցում խնդրելու:

Հասարակապետության սեփականի որոշմամբ՝ հուլիսի 17-ը համարվում է Փրկության օր. դրա պատվին կառուցվում Ս. Փրկիչ եկեղեցին: Այս ամենից հետո սպասելի էր, որ վննտիկյան իշխանությունները անսահման երախտապարտ կլինեին Սուրիանին, նրան կտային անթիվ-անհամար գանձեր, կապահովեին նրա ու նրա սերունդների կյանքը, այնպես, որ վերջիններս երբեք չիմանային «չկա» բառի իմաստը, գրեթե կորբացնեին նրան... Բայց կառավարությունը քավարարվեց միայն քաջարի

հային հասատառուն կերպով՝ Նավաշինարանի կազմում ընդգրկելով՝ շնորհելով ցմահ անվճար անվելու արտոնություն:

Ինչպես տեղեկացնում են նոտարական փաստաթղթերը, մեծ հայր, մեծ մարդասերն ու բազմատաղանդ գյուտարարը, որը հաղթել էր մտքի բազմաթիվ մենամարտերում, հաղթել էր դաժան հիվանդությանը, դեռ վաթսուն տարին չբոլորած վախճանվում է 1591 թ. օգոստոսի 22-ին: Նրա մարմինն անփոփված է Սեն Մարտին եկեղեցում:

Տասսինիի վկայությամբ՝ Անտոն Սուրիանը Ս. Պողոթանաճառում ուներ սեփական ապարանք: Միշտ կասկածի տակ է առնվել այն փաստը, թե Անտոնը երբևէ ունեցել

է ապարանք, որը, ըստ վերոհիշյալ աղբյուրի, վաճառել է 1584 թ.: Եթե դա ճիշտ է, ապա այդ վաճառքը բացատրվում է որպես ճարահատյալ քայլ՝ ի հետևանք ժանտախտի դեմ տարած պայքարում առատաձեռնորեն տրամադրած սեփական միջոցների: Մի բան հստակ է՝ Սուրիանի ընտանիքը դրանից հետո վարձով ապրել է Ս. Մարտին թաղամասում՝ վննտիկցի ազնվական Բեռնարդո Տրեխանի՝ Ստորտո կանթցից ներքև գտնվող պալատում:

Մահվանից միայն 24 տարի անց՝ 1615 թ. մայիսի 8-ին գրված փաստաթղթում ծերակույտը պաշտոնապես ճանաչում է այն բոլոր անգնահատելի ծառայությունները, որ Անտոն



Սուրիանը մատուցել էր ժողովրդին և արտահայտում իր երախտագիտությունը՝ Նավաշինարանում նրա հյուսն որդի Հովսեփի (Իգեպպո) աշխատավարձին օրական 8 սոլդո հավելավճար է նշանակում: Այս իրողության մասին իմանում ենք պետական դիվանում Սուրիանի վերաբերյալ պահպանված մի վավերական փաստաթղթից՝ շնորհիվ Ղևոնդ Ալիշանի «Հայ-Վենետ» աշխատության

էջերում արված մեջբերումների:

Մարչիանայի ժամանակագրերը, Սանտոդոյի օրագրերը և Միլենտիի Պատմությունը ժե-ժե դարերի միջև ընկած ժամանակահատվածում Վենետիկում հիշատակել են այլ Սուրիանների, որոնք եղել են հարուստ մարդիկ, փայլուն բժիշկներ, վաճառականներ և ունեցել են ոչ միայն տներ, այլև դղյակներ Ս. Հուլիանոսի և Ս. Տրովագոյի շրջաններում, նույնիսկ՝ իրենց ազնվատոհմ գինանշանը դռների վրա:

Բայց ամենազմայելի դղյակը, որ պատկանել է Սուրիաններին, Կաննարեջո լայնահուն ջրանցքից երևացող համանուն շրջանում գտնվող 697 համարի դղյակն է՝ իր վեհ գեղեցկությանը վենետիկյան բազմաթիվ կամուրջների մեջ հավասարը չունեցող Տրե Արկի կամրջից քիչ այն կողմ:

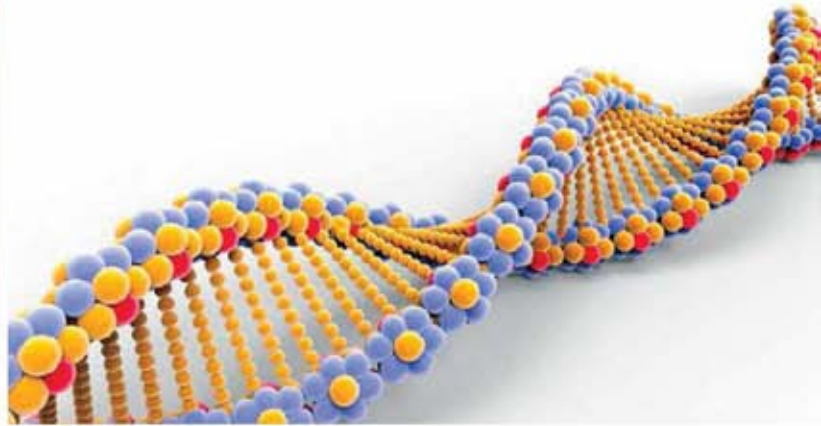
Այս ապարանքը ժե դարում հյուրընկալել է ֆրանսիական դեսպանությանն ու նրա քարտուղար Ժան-Ժակ Ռուտյին:

Աստոն Սուրիանի ժամանակակից վենետիկյան վերնախավի համեմատ՝ սերունդներն ավելի երախտագետ դուրս եկան. այսօր Վենետիկում կա Սուրիանների անվանը նրբանցք, կալլե (վենետիկյան նրբանցք) և բակ: Իսկ ճարտարապետ Աստոնը մինչև օրս էլ կենդանի է՝ Նավաշինարանի հիշողության մեջ՝ մտերմիկ հիշվելով որպես՝ I' Anton de' canon (հրետանու Աստոն):

Ըստ Հերմեյր Ալերամոյի և Ռաբրի դի Դեզիո Պաոլա Կոնիի «Հայերի Վենետիկը» (Երևան, 2000), Հրավարդ Հակոբյանի «Հայերը և Իտալիան» (Երևան, 2005) և Արծվի Բախշինյանի «Հայագի գործիչներ» (Երևան, 2002) գրքերի:



2015 Թ. ՆՈՒԵԼՅԱՆ ՄՐՑԱՆԱԿԱԿԻՐՆԵՐԸ



Ֆիզիկայի բնագավառում Նոբելյան մրցանակի են արժանացել Տոկիոյի համալսարանի պրոֆեսոր Տակասակի Կաջիտան (Ճապոնիա) և Քոլինսի համալսարանի պրոֆեսոր Արթուր Մակդոնալդը (Կանադա)՝ «նեյտրինոյի տատանումների բացահայտման համար, որն ապացուցում է, որ նեյտրինո մասնիկը զանգված ունի»:



Արթուր Մակդոնալդ



Տակասակի Կաջիտա

Ֆիզիոլոգիայի և բժշկության բնագավառում Նոբելյան մրցանակի են արժանացել Ուիլյամ Քենփրելը, Սատոշի Օնուրան և Յույու Տուն՝ մակարոյձների հարուցած վարակների և մալարիայի բուժման նոր եղանակ բացահայտելու համար:



Ուիլյամ Քենփրել



Սատոշի Օնուրա



Յույու Տու

Քիմիայի բնագավառում Նոբելյան մրցանակ է շնորհվել Թոմաս Լինդալին (Մեծ Բրիտանիա), Փոլ Մոդրիչին և Ազիզ Սանկարին (ԱՄՆ)՝ ԳեՆ-ի վերականգնման մեխանիզմի հետազոտության համար:



Թոմաս Լինդալ



Փոլ Մոդրիչ



Ազիզ Սանկար



Տնտեսագիտության բնագավառում Նորեյյան մրցանակի է արժանացել Փրինսթոնի համալսարանի (ԱՄՆ) պրոֆեսոր Անգուս Դիթոնը՝ սպառման, աղբատության և բարեկեցության գնահատման ուղղությամբ կատարած գիտական վերլուծությունների համար:



Անգուս Դիթոն



Գրականության բնագավառում Նորեյյան մրցանակ է շնորհվել բելառուս գրող Սվետլանա Ալեքսիևիչին՝ «Նրա արձակի բազմաձայն հնչելության և տառապանքի ու քաջության հավերժացման համար»:



Սվետլանա Ալեքսիևիչ



Խաղաղության Նորեյյան մրցանակը շնորհվել է «Թունիսի ազգային երկխոսության քառյակ» կազմակերպությանը՝ «2011 թվականի Հասմիկների հեղափոխությունից հետո Թունիսում բազմակարծության (պյուրալիստական) ժողովրդավարության ստեղծման գործում վճռորոշ ավանդ ներդնելու համար»:



«Թունիսի ազգային երկխոսության քառյակ» կազմակերպություն



Կենտրոնական Ֆլորիդայի համալսարանի ֆիզիկոսներն ստացել են լազերային ամենակարճ իմպուլսներ՝ 67 ատոմայրկյան տևողությամբ: 1 ատոմայրկյանը վայրկյանի մեկ միլիարդերորդ մասի մեկ միլիարդերորդ մասն է: 67 ատոմայրկյանի ընթացքում լույսը հասցնում է անցնել ընդամենը 20 նանոմետր:

«Наука и жизнь», N 2, 2013



Մեզանից յուրաքանչյուրը ծնվելիս ունի 350 ոսկոր, բայց չափահաս մարդու ոսկորները ընդամենը 206 են: Մնացած ոսկորները սերտաձուռ են՝ վերածվելով ավելի խոշորների (օրինակ՝ գանգատուփը):



Նոր ապրանքների հարյուր գաղափարներից շուկա են հասնում միայն հինգը, սակայն

միայն մեկն է ֆինանսական հաջողություն բերում գյուտարարին:



2012 թ. եվրոպայում տղամարդկանց մահացության դեպքերը քաղցկեղի տեսակների մեծ մասից նվազել են 10 %-ով, իսկ կանանցը՝ 12 %-ով: Այդ միտումը չի տարածվում միայն թոքերի և շագանակագեղձի քաղցկեղի վրա:

ԲԱՐՁՐ ԷՆԵՐԳԻԱՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱՆ ՄԹՆՈԼՈՐՏՈՒՄ



ԱՇՈՏ ՉԻԼԻՆԳԱՐՅԱՆ

Ա. Ի. Ալիխանյանի անվ. ազգային գիտական լաբորատորիայի (Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ) տնօրեն, Տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկայի բաժանմունքի ղեկավար, ֆիզմաթ. գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր

Արավային Կովկասի ամենաբարձր լեռ հանարվող Արագածը՝ 400 մ խորությամբ սառցե ավազանի վերածված խառնարանով, քնած հրարուխ է: Արագածի չորս գագաթները հիշեցնում են հեռավոր անցյալում լեռան ավելի քան 10. 000 մ բարձրության մասին: 1,5 միլիոն տարի առաջ հզոր ժայթքման հետևանքով լեռան բարձրությունն իջել է մինչև ներկայիս 4095 մ: Ընդամենը 100 կմ հեռու՝ Արաքսի հովտի մյուս կողմում, վեր է խոյանում Արագածի քույրը՝ բիրլիական Արարատը: Լեռան 820 կմ² տարածքով կենտրոնական շրջանում մշտապես առաջանում են հուժկու ամառային փոթորիկներ, որոնք, շարժվելով լանջերն ի վար, հասնում են մինչև շրջակա հովիտներ: Արագածում անպրոպային ակտիվությունը չափազանց բարձր է, որի պատճառով էլ այդ լեռն անտիկ շրջանում անպրոպի և կայծակի հայկական աստծո՝ Վահագնի տունն էր համարվում:

Արագած լեռան լանջին է տեղակայված տիեզերական ճառագայթների ամենահին և մեծ կայանը (նկ. 1): Ա. Ի. Ալիխանյանի անվան ազգային լաբորատորիայի (Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ) Տիեզերական ճառագայթների բաժանմունքը (ՏՃԲ) 70 տարվա ընթացքում Արագածի (3200 մ) և Նոր Ամբերդի (2000 մ) հետազոտական կայաններում մշտապես շահագործել է լիցքավորված և չեզոք տիեզերական ճառագայթների (մասնիկների) հոսքերը գրանցող բազմաթիվ դետեկտորներ: Վերջին 20 տարվա ընթացքում ՏՃԲ-ում մշակվել և ստեղծվել է գիտական և տեխնիկական նոր ենթակառուցվածք, որը ներառում է նոր դետեկտորներ, նոր էլեկտրոնիկա, համակարգչային հզոր ցանց, տվյալների կուտակման ու ինտեգրման ժամանակակից համակարգեր, ուսուցողական լաբորատորիաներ: Արագածի վրա, ծավալուն մթնոլորտային հեղեղների գիտափորձերն

ավարտելուց հետո, ձեռնարկվել է մի նոր, հետաքրքիր ուղղություն՝ արևի ֆիզիկան և տիեզերական եղանակը: 3200 մ և 2000 մ բարձրություններում իրականացվող նեյտրոնային մշտադիտարկումները, բազմաթիվ նոր մասնիկներ գրանցող դետեկտորները, որոնք չափում են երկրորդային տիեզերական ճառագայթների լիցքավորված և չեզոք բաղադրիչները, Արագածը դարձրել են աշխարհի խոշորագույն կենտրոններից մեկը, որտեղ ուսումնասիրում են Արեգակ-Երկիր կապերը: Արեգակնային ֆիզիկայի հետազոտությունները նոր որակ ստացան Տիեզերական միջավայրի ուսումնասիրության և վերլուծության SEVAN ցանցի ստեղծումով: Կառուցվեց մասնիկներ գրանցող դետեկտորների ցանց՝ տեղակայված միջին և ցածր լայնություններում, որի նպատակն է տիեզերական եղանակի ոլորտում արդի հիմնարար հետազոտությունների իրագործումը, ինչպես նաև

տիեզերական փոթորիկների վտանգավոր հետևանքները կանխելու կարճաժամկետ և երկարաժամկետ կանխատեսումների իրականացումը: Լինելով արևային մոդուլումների հետևանքների ուսումնասիրման հզոր համակարգ՝ ցանցը տարբեր բարձրություններում գրանցում է տարատեսակ երկրորդային տիեզերական ճառագայթների փոփոխվող հոսքերը:

Սկսած 2008-ից Տիեզերական ճառագայթների բաժանմունքը ձեռնարկել է մթնոլորտում տեղի ունեցող բարձր էներգիայի երևույթների ուսումնասիրություններ: Մթնոլորտը երկրագունդը պաշտպանում է տիեզերքում հզոր պայթյուններից առաջացած վտանգավոր ճառագայթումներից, որոնք կարող են վերացնել կյանքը Երկրի վրա:

Երկրագնդի եզակի դիրքն ու մթնոլորտի առկայությունը ձևավորել են նրա եղանակն ու կլիման, առանց որոնց չէր կարող գոյանալ կյանքը: Զարմանալիորեն մթնոլորտը երկար ժամանակ բավականաչափ չի ուսումնասիրվել: Միայն վերջին տարիներին են արվել հիմնարար հայտնագործություններ, որոնք փոխել են դարերով ընդունված պատկերացումներն ու տեսությունները: Այդուհանդերձ, մինչև հիմա դեռ չեն ստեղծվել ճշգրիտ ֆիզիկական մոդելներ, որոնք բացատրում են տարբեր մթնոլորտային երևույթներ, օրինակ՝ կայծակների գոյացումը:

Վերջին տարիներին աշխարհում դիտվող եղանակային փոփոխությունները և արտակարգ պատահարների թվի աճը խթանում են ֆիզի-

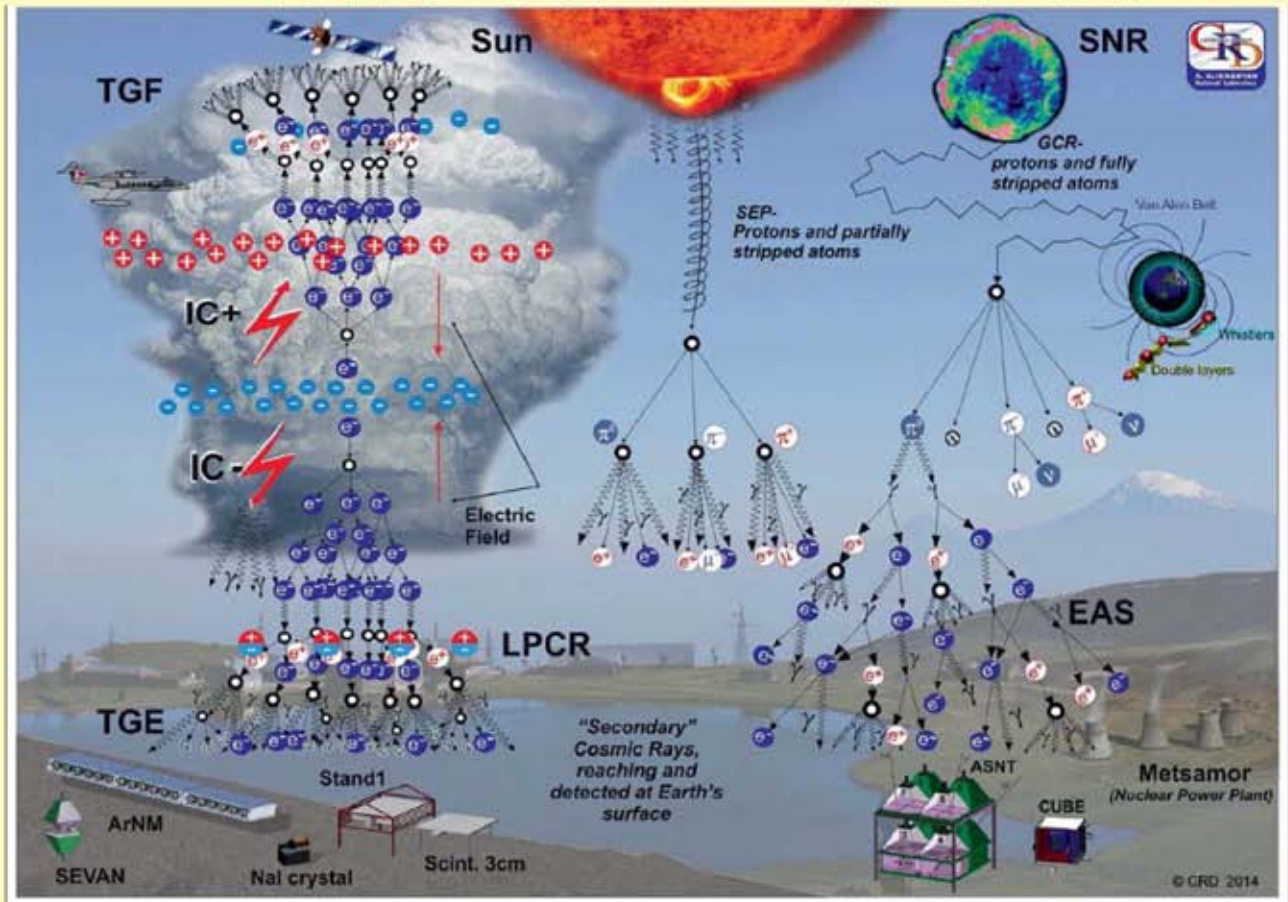
կոսներին կատարել մթնոլորտի մշտադիտարկում և մանրակրկիտ հետազոտություններ: Դրանք մթնոլորտային ֆիզիկայի շարժիչ ուժն են, քանի որ լաբորատոր պայմաններում շատ բարդ է հետազոտել մթնոլորտում տեղի ունեցող ֆիզիկական երևույթները, որոնց տարածական մասշտաբները տասնյակ և երբեմն հարյուրավոր կիլոմետրեր են:

Երկրի մթնոլորտի ուսումնասիրությունը և պոտենցիալ վտանգավոր գործընթացների մշտադիտարկումը կարևոր են տնտեսության տարբեր ոլորտներում՝ գնահատելու ռիսկերը, մասնավորապես՝ զարգացող առկա բարդ տեխնոլոգիական սարքավորումների (այդ թվում՝ միջուկային) անվտանգության ապահովման տեսանկյունից: Այդ սարքավորումների



Նկար 1. Տիեզերական ճառագայթների ուսումնասիրության «Արագած» կայանը

Origin of Secondary Cosmic Rays Երկրորդային տիեզերական ճառագայթների ծագումը



Նկար 2. Տիեզերական ճառագայթների աղբյուրները

TGF - Terrestrial Gamma-ray Flashes - Գամմա-ճառագայթման երկրային բռնկումներ

Sun - Արեգակ

SNR - Supernova Remnant - Գերնորի մնացորդ

GCR - Galactic Cosmic Rays - protons and fully stripped atoms - Գալակտիկական տիեզերական ճառագայթներ՝ պրոտոններ և լրիվ իոնացված ատոմներ

SEP - Solar Energetic Particles - protons and partially stripped atoms - Արեգակի առաքած բարձր էներգիայով մասնիկներ՝ պրոտոններ և ոչ լրիվ իոնացված ատոմներ

Van Alen Belt - Վան Ալենի գոտի

Whistlers - «Ռադիոսուլցններ»

Double Layers - Կրկնակի (դրական և բացասական լիցքերի) շերտեր

Electric Field - Էլեկտրական դաշտ

TGE - Thunderstorm Ground Enhancement - Կայծակով պայմանավորված ուժեղացում

LPCR - Lower Positive Charge Region - Դրական լիցքի ստորին շրջան

EAS - Extensive Air Shower - Երկրորդային մասնիկների լայն մթնոլորտային հեղեղ

“Secondary” Cosmic Rays, reaching and detected at Earth’s surface - Երկրի մակերևույթ հասնող և գրանցվող երկրորդային տիեզերական մասնիկներ

ArNM - Aragats Neutrons Monitors - Նեյտրոնների մոնիտորներ Արագածում

SEVAN - SEVAN ցանց

Stand1 - STAND1 դետեկտոր

Nal crystal - Nal բյուրեղային կայծկլտիչներ

Scint. 3 cm - 3 սմ պլաստիկ կայծկլտիչների համակարգ

ASNT - Aragats Solar Neutrons Telescope - Արագածի արեգակնային նեյտրոնների դիտակ

CUBE - CUBE կայծկլտիչներ

Metsamor (Nuclear Power Plant) - Մեծամոր (ատոմակայան)

խափանումը կարող է ունենալ աղետալի հետևանքներ և վտանգավոր տևական ազդեցություն շրջակա միջավայրի և մարդկանց կենսապայմանների վրա: Այդպիսի սարքերի նախագծման ժամանակ սովորաբար հաշվի են առնվում հնարավոր կործանարար գործոնների հետևանքները, սակայն բնական աղետի վաղ ահազանգումը հնարավորություն է տալիս ձեռնարկելու գործողություններ՝ ժամանակին կանխելու կամ նվազեցնելու հնարավոր վնասները: Մեծ են նաև տեղեկատվության և հսկման համակարգերի ռիսկերը: Դրանց խափանումը կարող է հանգեցնել այնպիսի հետևանքների, որոնք համադրելի են ոչնչացման ավանդական եղանակների կիրառման հետևանքների հետ: Առանց նոր, հուսալի երկրային մշտադիտարկման մեթոդների զարգացման՝ հնարավոր չէ նվազեցնել մթնոլորտային ու արտամթնոլորտային երևույթների վտանգավոր ազդեցությունները:

Այս հանգամանքները հաշվի առնելով՝ վերջին տարիներին Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտի Տիեզերական ճառագայթների բաժանմունքը համալրել է Արագածում տեղակայված մթնոլորտային ֆիզիկայի ուսումնասիրության կենտրոնն ամենատարբեր գրանցիչ ու չափիչ սարքերով, որոնք հնարավորություն են տալիս կատարելու համալիր հետազոտություններ: Հարյուրավոր տարրական մասնիկների դետեկտորներ, էլեկտրական և երկրամագնիսական դաշտաչափեր, ռադիոճառագայթում գրանցող սարքեր և ինքնաշխատ օդերևութաբա-

նական կայաններ ամեն րոպե ընթացիկ «տիեզերական» և օդերևութաբանական եղանակի հետ կապված չափումների ամփոփ արդյունքներն ուղարկում են Երևանում տեղակայված տվյալների շտեմարան: Բոլոր տվյալները նույն պահին հասանելի են դառնում համացանցում: Եզակի տվյալների շտեմարանը պարունակում է տասնյակ տերաբիտ ծավալով տեղեկատվություն, որը ՏՃԲ-ում մշակված բազմաչափ տեսանելիացման և վիճակագրական վերլուծության ծրագրի միջոցով հասանելի է բոլոր շահագրգիռ կազմակերպություններին ու գիտնականներին: Վերջին 5 տարում Արագածում կատարված հետազոտությունների արդյունքում գրվել են տասնյակ հոդվածներ և զեկուցումներ, բայց ամենակարևորը տեխնիկական և գիտական հզոր ենթակառուցվածքի ստեղծումն է, որը կոչված է աջակցելու Հայաստանում մթնոլորտային ֆիզիկայի զարգացմանը:

Ամպրոպային երևույթների և էլեկտրականության միջև հիմնարար կապերը հաստատել է Բենջամեն Ֆրանկլինը դեռևս երկու և կես դար առաջ: Վերջին երկու տասնամյակների ընթացքում, դիտարկման մեթոդների կատարելագործման շնորհիվ, նկատվող չափումների որակական թռիչքը հանգեցրել է ամպրոպային ամպերում նոր, հետաքրքիր և շատ կարևոր ֆիզիկական երևույթների բացահայտման, որոնցից թերևս ամենահիշարժանը տիեզերական ճառագայթների էլեկտրոնների արագացումն է մինչև շատ բարձր էներգիաներ: Կարելի է ասել, որ հենց մեր գլխավերևում

գործում է էլեկտրոնային արագարար, որի փնջերը, փոխազդելով մթնոլորտի հետ, ծնում են գամմա-բլանտներ և նեյտրոններ: Եվ եթե ունենանք համապատասխան տարրական մասնիկների դետեկտորներ, ապա կարող ենք գրանցել այս մասնիկների հոսքերը: Արագածի ֆիզիկոսները դրանով են զբաղվում վերջին 6 տարիներին:

Գալակտիկայի խորքերում առաջացած պրոտոններն ու միջուկները, հասնելով Երկիր, առաջացնում են լայնածավալ մթնոլորտային հեղեղներ՝ էլեկտրոնների, պոզիտրոնների, նեյտրոնների և գամմա-բլանտների հոսքեր, որոնք գրանցվում են տարրական մասնիկների դետեկտորներով (նկ. 2): Նույն նկարում պատկերված են այսպես կոչված «երկրորդային» տիեզերական մասնիկների աղբյուրները՝ մեր մոտակա աստղ Արեգակը և ... ամպրոպաբեր մթնոլորտը:

Արագածում դիտարկված ամպրոպների հետ կապված էլեկտրոնների, գամմա-բլանտների և նեյտրոնների անսպասելի մեծ հոսքերը (այսպես կոչված ամպրոպային վերգետնյա աճեր), անկասկած, նոր հայտնաբերված համընդհանուր ֆիզիկական երևույթներ են, որոնք ազդում են կլիմայի վրա: Արագած լեռը մթնոլորտային էլեկտրականության հետազոտման եզակի վայր է: Ամեն տարի լեռան տարածքում շուրջ հարյուր ուժեղ ամպրոպներ են տեղի ունենում: Դրանց մեծ մասն ուղեկցվում է բազմաթիվ կայծակներով և մասնիկների ուժեղացված հոսքերով: Արագածի ուժեղ ամպրոպների ժամանակ գրանցված համալիր տվյալները հասանելի են

վերլուծության համար՝ <http://www.crd.yerphi.am/adei/> կայքից: Անպերում առաջացած մասնիկների հոսքերի ուժգնությունը կարող է գերազանցել տիեզերական ճառագայթների ուժգնությունները մոտ 1000 անգամ՝ հանգեցնելով Երկրի մակերևույթին, իոնոլորտում և մագնիսոլորտում ուժեղացված ճառագայթման: Այս երևույթները պետք է դիտարկել որպես Արեգակ-Երկիր կապերի անբաժանելի բաղադրիչ, քանի որ անպրոպները հիմնականում պայմանավորված են արևային ծագում ունեցող կոնվեկցիայով:

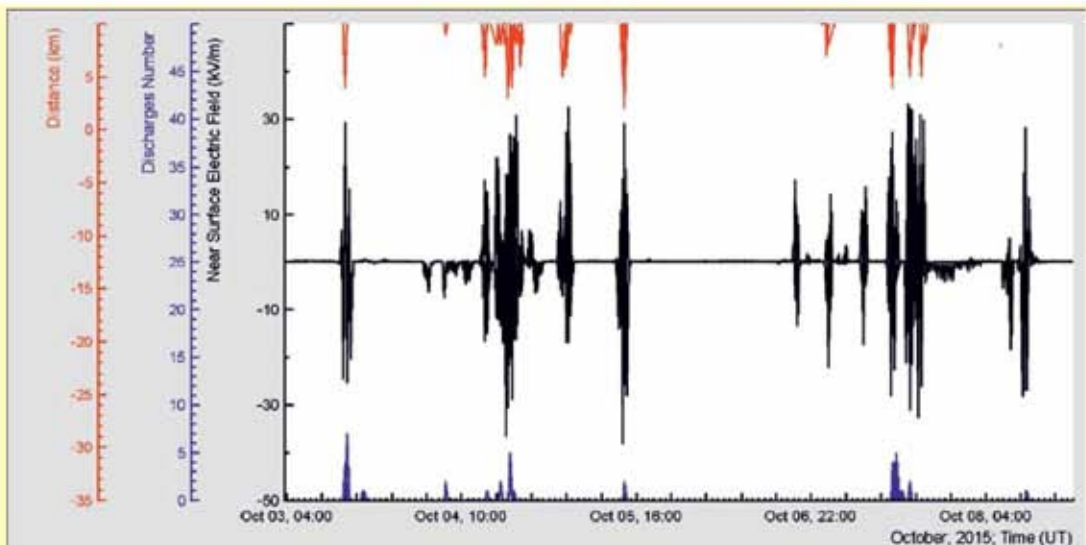
Մթնոլորտում տեղի ունեցող բարձր էներգիայի պրոցեսների մշտադիտարկումը նոր հզոր գործիք է առեղծված համարվող կայծակնային երևույթների ուսումնասիրման համար, որը մթնոլորտային ֆիզիկայի առավել հիմնական խնդիրներից է: Կա ընդունված կարծիք, որ կայծակների և մասնիկների հոսքերի միջև

գոյություն ունի ուղղակի կապ: Թեև կայծակը ճառագայթում է ռենտգենյան և գամմա-քվանտներ, սակայն անպրոպային մասնիկների հոսքերի մեր դիտարկումներն ապացուցում են, որ կայծակն անհրաժեշտ պայմանն է մասնիկների հոսքերի առաջացման համար: Անպերում առաջացող էլեկտրական դաշտերը մեծ էներգիաներ են հաղորդում էլեկտրոններին, որոնք իրենց հերթին առաջացնում են գամմա-ճառագայթում, իսկ գամմա-քվանտները ֆոտոմիջուկային ռեակցիաներում առաջացնում են նեյտրոններ: Անպրոպային մասնիկների հոսքերի ընդհանուր տևողությունը կարող է հասնել 10 և ավելի րոպեի, և այդ ընթացքում հանդիպում են մեծ քանակությամբ և մի քանի միկրովայրկյան տևողությամբ երկրորդային էլեկտրոնային հոսքեր: Մթնոլորտային պարպումները և մասնիկների հոսքերը մրցակից գործըն-

թացներ են, և առավելագույն մասնիկների հոսքերի պարագայում սովորաբար կայծակներ չեն լինում: Սակայն երբեմն հզոր և լայնածավալ մթնոլորտային հեղեղները մթնոլորտն իոնացնում են այն աստիճան, որ կայծակի սկզբնափուլը («լիդեր»), տարածվելով բացված ճանապարհով, հասնում է Երկիր և առաջացնում հզոր կայծակ:

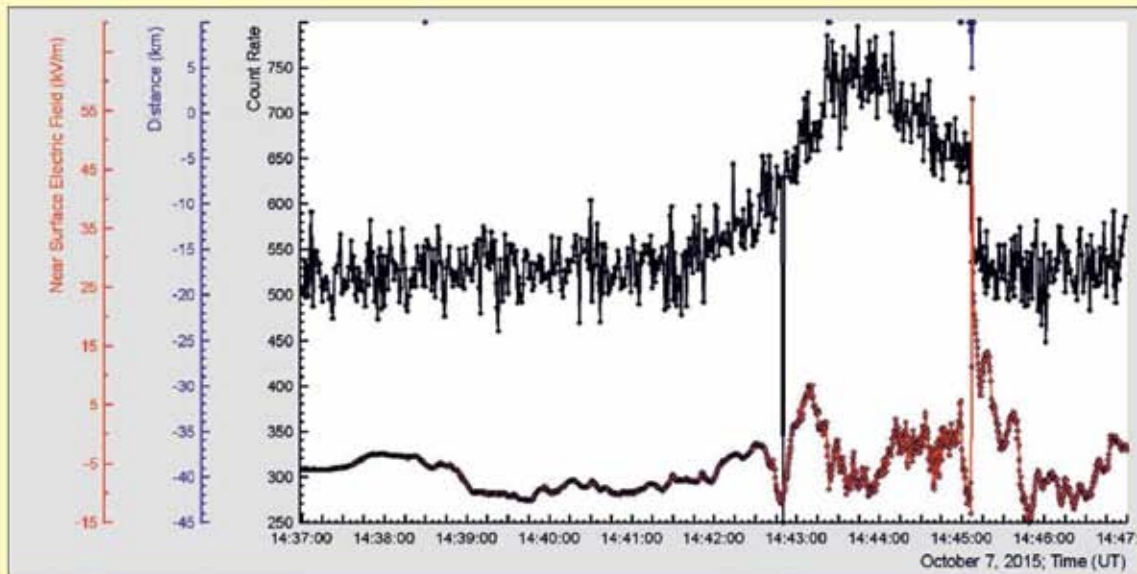
Այս տարի Արագածում նկատվել է արտակարգ կայծակային ակտիվություն: Նկ. 3-ում ներկայացված է անպրոպային ակտիվության պատկերը հոկտեմբերի առաջին շաբաթվա ընթացքում, երբ Նոր Ամբերդի միջազգային գիտաժողովների կենտրոնում ընթանում էր «Անպրոպներ և տարրական մասնիկների արագացում» խորագրով միջազգային գիտաժողովը:

Հոկտեմբերի առաջին շաբաթվա ընթացքում Արագածում, բնական «էլեկտրոնային արագարարում» ստացված



Նկար 3. 2015 թվականի հոկտեմբերին Արագածում չափված էլեկտրական դաշտի խտորումները (սև հետագիծ), կայծակների քանակը (կապույտ հետագիծ) և հեռավորությունը մինչև կայծակները (կարմիր հետագիծ):

Distance (km) - Հեռավորություն (կմ)
Discharges Number - Պարպումների քանակ
Near Surface Electric Field (kV/m) - Մերձմակերևույթային էլեկտրական դաշտ (կՎ/մ)
October, 2015; Time (UT) - UT= Universal Time- Հոկտեմբեր 2015, ժամանակ (համաշխարհային ժամանակ)



Նկար 4. Մասնիկների հոսքի ավելացումը (վերին կոր) և էլեկտրական դաշտի խտությունները (ստորին կոր) 14:45-ին նկատվել է ուժեղ կայծակ (էլեկտրական դաշտը կտրուկ մեծացել է մինչև 57 կՎ/մ և աստիճանաբար վերադարձել նախորդ սկզբնական արժեքին՝ -13 կՎ/մ: Կայծակը նաև կտրուկ արգելակել է մասնիկների հոսքը՝ բերելով այն հիմնական «ֆոնային» վիճակի:

Near Surface Electric Field (kV/m) - Մերձմակերևութային էլեկտրական դաշտ (կՎ/մ)
Distance (km) - Հեռավորություն (կմ)
Count Rate - Հաշվման արագություն
October 7, 2015; Time (UT) - UT= Universal Time- 7 Հոկտեմբերի 2015, ժամանակ (համաշխարհային ժամանակ)

արդյունքները մեծ հետաքրքրություն առաջացրին գիտաժողովի մասնակիցների շրջանում՝ խթանելով բազմաթիվ քննարկումներ: Առավել ուշագրավ էր հոկտեմբերի 7-ին տեղի ունեցած անպրոպային մասնիկների հոսքերի հետազոտությունը, որի ընթացքում առաջին անգամ միլիվայրկենային ժամանակային սանդղակում միաժամանակ գրանցվեցին մասնիկների հոսքերը և կայծակը (նկ. 4):

Հատկանշական է, որ կայծակը կտրուկ ընդհատում է մասնիկների հոսքն անպրոպային ամպից: Դիտված երևույթները հաստատում են կապը պարպումային երևույթների և մասնիկների հոսքերի միջև: Քանի որ պարպումային երևույթները մթնոլորտում ունեն 10^{-6} - 10^{-3} վ տևողություն,

ապա չափումներ կատարելու համար հարկ եղավ նախօրոք ապահովել դաշտային տվիչների և մասնիկների դետեկտորների աշխատանքի՝ շատ բարձր ճշտությամբ համաժամանակացում (սինքրոնացում): Միլիվայրկենային սանդղակում կայծակի առաջացման, էլեկտրական դաշտի դանդաղ ու արագ փոփոխությունների ու տարրական մասնիկների հոսքերի միջև կապը հնարավոր դարձավ պարզել շնորհիվ Արագածում տեղադրված նոր արագագործ էլեկտրոնիկայի: Բազմաթիվ տարրական մասնիկների դետեկտորները և դաշտաչափերն այժմ համաժամանակացված են մի քանի տասնյակ նանովայրկյանի ճշգրտությամբ՝ GPS ընդունիչների միջոցով: Այսպիսով՝ Արագածում տվյալների բազան հարստացվում է երկրամագ-

նիսական և էլեկտրական դաշտերի չափումներով՝ գուց որովհետև մասնիկների հոսքերի չափումներով, որը համալիր հետազոտությունների նոր հնարավորություններ է ընձեռում:

Ստացված արդյունքները հաստատել են հայ ֆիզիկոսների առաջնությունն այս նոր զարգացող գիտական բնագավառում, որը կարելի է անվանել մթնոլորտում բարձր էներգիաների ֆիզիկա: Նախատեսվում է շարունակել էլեկտրական դաշտի արագ և դանդաղ փոփոխությունների՝ ստորգետնյա և անպերի մեջ, երկրամագնիսական դաշտի, օդերևութաբանական պարամետրերի, լիցքավորված և չեզոք տարրական մասնիկների հոսքերի, արագ պատկերագրման և այլ չափումները: Բոլորովին վերջերս գործարկվեց



Սկար 5. Տիեզերական ճառագայթների բաժանմունքում ստեղծված բազմագործառական փողարը

Տիեզերական ճառագայթների բաժանմունքում ստեղծված բազմագործառական լազերային հեռագնման սարքը՝ լիդարը, որը նախատեսված է մթնոլորտում և անպերուր հեռահար չափումներ կատարելու համար (նկ. 5):

Մթնոլորտային էլեկտրականության և անպրոպային պարպումների ֆիզիկայի հետազոտություններում բազմաչափ փոխլրացնող մեթոդների կիրառումը հնարավորություն կտա ի մի բերելու բոլոր չափումներն ու բացատրելու կայծակների ու մասնիկների հոսքերի բարդ կապը: Արագածում կատարվող հետազոտությունները կամրապնդեն հայ գիտնականների դիրքերը երկրաֆիզիկայի ոլորտում, կզարգացնեն Հայաստանի գիտական և տեխնոլոգիական ներուժը՝ նպաստելով XXI դարի աննախադեպ մարտահրավերներին արագ արձագանքմանը:

Անպրոպաբեր անպերի էլեկտրականացման, կայծակնային ակտիվության, բարձր հաճախության ռադիոճառագայթման և մասնիկների հոսքերի միջև կապը քննարկելու նպատակով երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտի Նոր Ամբերդի միջազգային գիտաժողովների կենտրոնում 2010 թվականից ամեն տարի կազմակերպվում են «Կայծակներ և տարրական մասնիկների արագացում» անվանումով գիտաժողովներ:

Այս տարվա հոկտեմբերի 5-ից 9-ը կալացած 5-րդ գիտաժողովի կազմակերպիչներն էին ԵրՖԻ-ի Տիեզերական ճառագայթների բաժանմունքը և Մոսկվայի պետական համալսարանի միջուկային ֆիզիկայի ինստիտուտը: Գիտաժողովին մասնակցեցին 30 գիտնականներ ու ուսանողներ ԱՄՆ-ից, Ֆրանսիայից, Ճապոնիայից, Իսրայելից, Գերմանիայից, Ռուսաստանից և Հայաստանից: Ելույթները նվիրված էին անպրոպաբեր անպերում բարձրներգիական արտանետումների մոդելների դիտարկումների ուսումնասիրությանը, կայծակների միջոցով մասնիկների հոսքերի դադարեցմանը, մթնոլորտում տիեզերքից և երկրի մակերևույթից առաջացող անպրոպների բազմաչափ դիտարկումներին, անպրոպաբեր անպերում ձևավորվող լիցքավորված կառուցվածքներին և դրանց չափերի գնահատմանը, մթնոլորտային էլեկտրական արտանետումների ռադիոճառագայթմանը, կայծակի առաջացման վրա լայնածավալ անպրոպային հոսքերի ազդեցության ուսումնասիրմանը:

Քննարկումների կիզակետում էին հետևյալ հարցերը՝ խթանում են արդյոք տարրական մասնիկները կայծակի առաջացումը, խոչընդոտում են արդյոք լայնածավալ անպրոպային հոսքերը վերգետնյա կայծակների առաջացմանը, ինչպես նաև տարրական մասնիկների հոսքերի դադարեցման մեխանիզմը: Գիտաժողովի մասնակիցները համաձայնեցին, որ նպատակահարմար է համեմատել Հայաստանում, Ճապոնիայում, Սլովակիայում և ԱՄՆ-ում տարբեր պայմաններում տարրական մասնիկների դետեկտորների միջոցով ստացված անպրոպային մասնիկների ուսումնասիրությունների փորձարարական տվյալների մեծ քանակությունը՝ ստուգելու համար անպրոպաբեր անպերում տարրական մասնիկների առաջացման մոդելները: Հայ գիտնականներն առաջարկեցին Արագածում տեղադրել այն երկրներում մշակված զգայակները, որտեղ գարնանը և աշնանն առավել հաճախ են գրանցվում ուժեղ անպրոպներ: Գիտաժողովում ելույթների և քննարկումների տեսանյութերը հասանելի են գիտաժողովի կայքում՝ <http://crd.yerphi.am/Conferences/tepa2015/home>:



ԳԵՐՄԱՆԱՑԻՆԵՐԸ ՍՏԵՂԾԵԼ ԵՆ ԾՈՎԱԽԵՑԳԵՏԻՆ - ԱՎՏՈՄԵՔԵՆԱ



Բրեմենի ռոբոտատեխնիկայի կենտրոնի կոնստրուկտորները հնարել են մեգապոլիսների ծանրաբեռնված ճանապարհների համար թերևս ամենահարմար փոխադրամիջոցը: Խեցգետին-ավտոմեքենան կարող է սեղմվել, տեղում պտտվել և կողքով շարժվել՝ դրանով կարելի է հեշտությամբ դուրս գալ ցանկացած խցանումից և խցկվել այնտեղ, որտեղ չի կարող կայանել ուրիշ ոչ մի ավտոմեքենա:

Գերմանացի ճարտարագետների գյուտն ստացել է E0ssec2 անվանումը: Իր չափերով այն փոքր է հայտնի բոլոր մեքենաներից, այս մոդելի

թափրի չափերն են 2,5 մ×1,5 մ: Ինչ վերաբերում է դրա հորինվածքին, ապա այն մասամբ հիշեցնում է խեցգետնի մարմնի կառուցվածքը՝ ավտոմեքենայի անիվները կարող են ընդարձակվել և սեղմվել ճիշտ այնպես, ինչպես խեցգետինն է սեղմվում և թուլացնում իր վերջավորությունները: Ընդ որում, յուրաքանչյուր անիվ ունի պտույտի անկախ շարժակ, որի շնորհիվ այս նորույթն արտակարգ շարժունակ է:

Դրա քաշը 750 կգ է, որի կեսից ավելին բաժին է ընկնում 54-վոլտանոց պոլիմերային լիթիումային կուտակիչ մարտկոցին: Ավտոմեքենան շարժման մեջ է դրվում չորս կիլովատ

հզորությամբ չորս էլեկտրաշարժիչներով՝ յուրաքանչյուր անիվին՝ մեկ շարժիչ: Դրանց հզորությունը բավարար է 65 կմ/ժ արագությամբ երթևեկելու համար:

Իր զարգացման ներկա փուլում E0ssec2-ը կառավարում է մարդը, բայց դրա հորինվածքում առկա են բոլոր այն բաղադրամասերը, որոնց շնորհիվ ապագայում այն կարող է դառնալ միանգամայն անկախ՝ առանց մարդու օգնության շարժվել ճանապարհներով մյուս մեքենաների շարասյունում: Ասենք, արդեն այսօր E0ssec2-ը կարող է լազերային ականների, տեսախցիկների և բազմապիսի տվիչների օգնությամբ ինքնուրույն կայանել:

¹ <http://autorambler.ru/journal/news/nemcy-sozdall-avtomobil-krab-560991298/>

ԼՈՒՅՍԻ ՄԱՍԻՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՀԻՆ ՕՐԵՐԻՑ ՄԻՆՉԵՎ ԱՅՍՕՐ



ԱՐԱՄ ՊԱՊՈՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի տնօրեն, ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ
Էլ. փոստ՝ aram.papoyan@gmail.com



ԱՆԱՀԻՏ ԳՈԳՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի գիտքարտուղար, ֆիզմաթ. գիտությունների թեկնածու
Էլ. փոստ՝ agogyan@gmail.com



Եւ Ապրտոսձ ասաց. «Թող լոյս լինի»: Եւ լոյս եղաւ:

2015 թվականը ՄԱԿ-ը հռչակել է Լույսի և լուսային տեխնոլոգիաների միջազգային տարի (International Year of Light and Light-based Technologies – IYL 2015): Այդ իրադարձությանն

էր նվիրված մեր «2015 թվականը՝ լույսի և լուսային տեխնոլոգիաների տարի» հոդվածը («Գիտության աշխարհում», 2015 թ. թ. 1), որտեղ հիմնական շեշտը դրված էր լուսային տեխնոլոգիաների

նվաճումների վրա: Ինչն էլ, լուսային տեխնոլոգիաների բեկումնային զարգացումն անհնար կլիներ առանց դրանց նախորդող գիտական նվաճումների, որոնց էլ կանդաքաղառնանք ստորև:



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Year of Light
2015

Ինչ է լույսը: Հարց, որի պատասխանը հետաքրքրել է մարդկությանը դարեր ի վեր: Մարդկության զարգացման ընթացքում լույսի մասին պատկերացումները ձևավորվել են երեք փոսկապակցված գործոնների համադրմամբ, այն է՝ պրպտուն մտքով օժտված *մարդիկ*, նրանց մտքի արգասիք *գաղափարները*, և գիտնականներին հասանելի *գործիքները*:

Լույսի մասին գիտության (օպտիկայի) պատմությունն անխզելիորեն կապված է մարդկության ընդհանուր զարգացման հետ: Թերևս այն կարելի է բաժանել երեք ժամանակահատվածների. մինչև XVII դարը, երբ լույսի հետազոտման համար մարդկությունն իր տրամադրության տակ ուներ չափազանց սակավաթիվ գործիքներ, XVII – XIX դարերը, երբ եղած սարքավորումների և փորձերի շնորհիվ ձևավորվեցին լույսի մասնիկային (կորպուսկուլյար) ու ալիքային տեսությունները, և XX դարի սկզբից առ այսօր, երբ հենց այդ տեսությունների հենքի վրա մեկնարկեց լույսի մասին գիտության երրորդ՝ ամենաբուռն փուլը, որը խորհրդանշվեց բվանտային տեսության հաղթաշքերթով:

Լույսի մասին առաջին գիտական գաղափարները: Մ.թ.ա. V դարում Էմպեդոկլեսը ենթադրել է, որ ամեն ինչ կազմված է չորս տարրերից՝



Էմպեդոկլես (մ.թ.ա. 495/490 - 435/430)

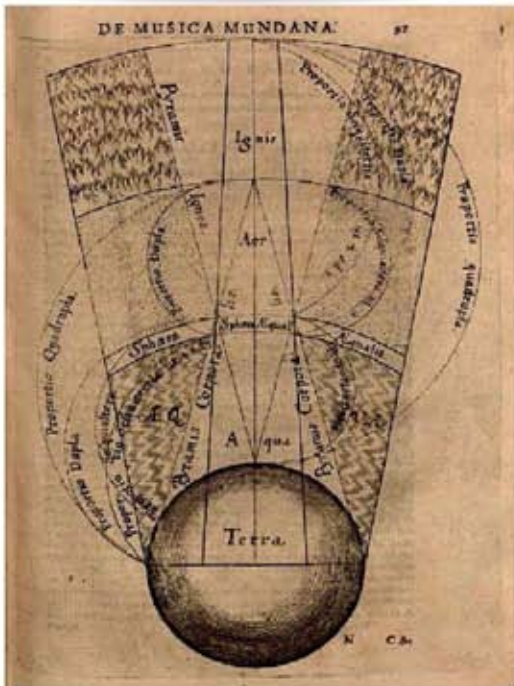
կրակից, օդից, հողից և ջրից: Նա կարծում էր, որ Ափրոդիտեն մարդու աչքն ստեղծել է այդ չորս տարրերից և այնտեղ փայտղ կրակ վառել, որն էլ հնարավոր է դարձրել տեսողությունը: Աչքերից ճառագայթվող լույսի մասին էր ասում նաև Պլատոնը: Ինչևէ, եթե դա ճիշտ լիներ, մարդը կկարողանար տեսնել ինչպես ցերեկը, այնպես էլ գիշերը, և Էմպեդոկլեսը ենթադրում էր, որ աչքի ճառագայթների և աղբյուրի (օրինակ՝ Արեգակի) ճառագայթների միջև փոխազդեցություն կա:

Մ.թ.ա. IV դարում Էվկլիդեսն իր «Օպտիկա» աշխատությունում զետեղել է լույսի հատկությունների ուսումնասիրությունը: Նրա տեսության համաձայն՝ լույսը տարածվում է ուղիղ գծով. նա նաև նկարագրել ու մաթեմատիկորեն ուսումնասիրել է լույսի անդրադարձումը: Էվկլիդեսը կասկածի տակ է դրել Էմպեդոկլեսի վարկածը, քանի որ ըստ նրա՝ պարզ չէր, թե ինչպես է մարդն անմիջապես տեսնում աստղերը, երբ գիշերը բացում է աչքերը: Ստացվում է,

որ աչքից դուրս եկող ճառագայթները պետք է տարածվեն անվերջ մեծ արագությամբ: Էվկլիդեսի, հետագայում նաև Պտղոմեոսի աշխատանքները, որոնցում քննարկվում է լույսի անդրադարձումը հարթ և կոր հայելիներից, դարձան դասական երկրաչափական օպտիկայի զարգացման հիմքը:

Այդ տեսությանը հակադրվում էր հունական դպրոցի այլ ներկայացուցիչների՝ Էպիկուրեսի և Լուկրեցիոսի զարգացրած ավելի ֆանտաստիկ տեսությունը, ըստ որի՝ լույսը կազմված է տարբեր առարկաների «պատճեններից», որոնք, թռչելով բոլոր ուղղություններով, ընկնում են աչքի վրա:

Հին Հնդկաստանում Սանքիյա և Վայշեշիկա դպրոցները դեռ մ.թ. I դարում ունեին լույսի իրենց տեսությունը: Վայշեշիկա դպրոցում ֆիզիկական աշխարհը բացատրվում էր մասնիկային տեսությամբ՝ հիմք ընդունելով հողի, ջրի, կրակի և օդի մասնիկները, ինչպես նաև ոչ մասնիկային եթերը, տարածությունն ու ժամանակը: Այդ պատկերացմամբ լույսը կազմված էր մեծ արագությամբ շարժվող կրակի՝ թեջանի մասնիկներից, ընդ որում համարվում էր, որ դրանց հատկությունները կախված են արագությունից և դասավորվածությունից: Վիշնու Պուրանայում, որը հնդկական սուրբ գրություն է, լույսը դիտարկվում է որպես արևի յոթ ճառագայթ: Ավելի ուշ բուդդայականներ Դիգնագայի (V դար) և Դհարմակիրտինշի (VII դար) ատոմիզմի տեսության համաձայն՝ իրականությունը կազմված է մասնիկային միավորներից, որոնք լույսի կամ էներգիայի ակնթարթային



Նկար 1. Ռոբերտ Ֆլորի մակրոկոսմի 1617 թ. պատկերը. ատանձնացված են հողի (terra), ջրի (aqua), օդի (aer) և կրակի (ignis) տարրային ոլորտները:

փայլատակումներ են: Նրանք համարում էին, որ լույսը համարժեք է էներգիային:

Թերևս Հին աշխարհի մտավորականների պատկերացումները ժպիտ առաջացնեն, բայց պետք է հաշվի առնել, որ հին դարերում մարդիկ չունեին բնությունը հետազոտելու այն հարուստ հնարավորություններն ու հասանելի գիտելիքները, որոնք մենք ունենք այսօր:

Լույսի մասնիկային և ալիքային տեսությունների ձևավորումը: Միջնադարում երկար տարիներ զերակայում էին լույսի մասին դեռևս Հին աշխարհում ձևավորված պատկերացումները (նկ. 1): Աստիճանաբար թափ առնող աստղագիտությանը զուգընթաց սկսեց զարգանալ նաև օպտիկան: Աստղերը դիտարկվում էին որպես կետային աղբյուրներ, և զարմանալի չէ, որ սկզբում իշխում էին

երկրաչափական օպտիկայի մոտեցումները: Բեկումնային կարելի է համարել XVII դարի սկիզբը, երբ արդեն հայտնագործվել էին որակյալ հայելիները, ոսպնյակը, պարզ աստղադիտակները և այլ օպտիկական սարքեր: Հենց այդ տարիներին հիմք է դրվել լույսի մասնիկային տեսությանը, որն առաջարկել է ֆրանսիացի գիտնական Ռենե Դեկարտը (1596-1650), և հետագայում էապես զարգացրել անգլիացի գիտնական Իսահակ Նյուտոնը (1642-1726): Համաձայն այդ տեսության՝ լույսը շատ փոքր մասնիկների՝ կորպուսկուլների համախումբ է, որը շարժվում է որոշակի հետագծով՝ լուսային ճառագայթով: Այդ տեսությամբ բնական ու պատկերավոր ձևով բացատրվում էին այնպիսի երևույթներ, ինչպիսիք են լույսի ուղղագիծ տարածումը համասեռ միջավայրում, անդրադարձումը հայելու մակերևույթից, րեկումը երկու միջավայրերի սահմանին, ինչպես նաև հետագծի կորացումն անհամասեռ միջավայրում:

Գրեթե միաժամանակ իռլանդացի Քրիստիան Հյույզենսը (1629-1695) առաջարկել է նույն երևույթների մեկնաբանությունը՝ հիմնված լույսի ալիքների ու ալիքային մակերևույթի հասկացությունների վրա, համաձայն որի՝ լույսն իրենից ներկայացնում է տարածության մեջ տարածվող ալիք: Ըստ այդ տեսության՝ լուսային ճառագայթը վերացական հասկացություն է, որը ոչ այլ ինչ է, քան ալիքային մակերևույթն ուղղահայաց հատող կոր:

Նյուտոնի հիմնական փաստարկն ալիքային տեսության դեմ ազատ տարածության մեջ (մասնավորապես՝ տիեզեր-

քում) ալիքի համար անհրաժեշտ նյութական միջավայրի («էթերի») բացակայությունն էր: Ինտերֆերենցի երևույթները (մասնավորապես՝ հենց Նյուտոնի դիտած վերադրման օղակները) մասնիկային տեսությամբ բացատրելու համար համարվում էր, որ լույսի մասնիկները պտտվում են: Մեկ պտույտի ընթացքում անցած ճանապարհին վերագրվում էր «ալիքի երկարություն»: Բևեռացումը Նյուտոնը համարում էր լոկ պինդ մարմիններին բնորոշ հատկություն, իսկ դիֆրակցիայի երևույթը նա բացատրում էր նյութից լուսային մասնիկների վանումով կամ ձգողությամբ: Հետևելով Նյուտոնին՝ XVIII դարում գիտնականների մեծ մասն ընդունում էր լույսի մասնիկային տեսությունը, իսկ Հյույզենսի զարգացրած փայլուն ալիքային տեսությունն ուներ միայն փոքրաթիվ հետևորդներ:

Միայն XVIII - XIX դարերի սահմանին անգլիացի Թոմաս Յունգը (1773-1829) ձեռնարկեց ինտերֆերենցի և դիֆրակցիայի լուրջ հետազոտություններ, որոնց արդյունքների համոզիչ մեկնաբանությունը տվեց ֆրանսիացի գիտնական Օգյուստեն-Ժան Ֆրենելը (1788-1827)՝ հիմնվելով Հյույզենսի ալիքային տեսության վրա: Ֆրենելը նաև ապացուցել է, որ լույսի ալիքային բնույթի մասին պատկերացումները չեն հակասում լույսի ուղղագիծ տարածմանը համասեռ միջավայրում: Իր կանխատեսումների որակական ու քանակական ճշտության շնորհիվ ալիքային տեսությունը XIX դարի առաջին կեսին հաղթեց մասնիկային տեսությանը: Այդ հաղթանակն



ամրապնդվեց դարի երկրորդ կեսում շոտլանդացի գիտնական Ջեյմս Մաքսվելի (1831-1879) աշխատանքներով: Նա ապացուցեց, որ լուսային ալիքներն ունեն էլեկտրամագնիսական բնույթ: Այդ եզրահանգմանը նպաստել է 1831 թ. անգլիացի ֆիզիկոս Մայքլ Ֆարադեյի (1791-1867) հայտնաբերած էլեկտրամագնիսական մակածման երևույթը: Մաքսվելի տեսությունը հաստատվել է գերմանացի ֆիզիկոս Հենրիխ Հերցի (1857-1894) և այլոց փորձերում:

XVII դարի կարևոր նվաճումներից էր 1676 թ. դանիացի գիտնական Օլե Ռյոմերի (1644-1710)՝ լույսի արագության չափման գիտափորձը, որը ցույց տվեց, որ լույսը տարածվում է չնայած շատ մեծ, բայց վերջավոր արագությամբ: Լույսի արագության առաջին ճշգրիտ չափումը երկու դար անց՝ 1879 թ. իրականացրել է ամերիկացի ֆիզիկոս Ալբերտ Մայքելսոնը (1852-1931): Մայքելսոնի կարևոր նվաճումներից է նաև հետազայում իր անվամբ կոչված ինտերֆերաչափի մշակումը, որով 1881-1920 թվականներին նրան հաջողվեց հերքել եթերի առկայությունը (դա հետազայում կարևոր դեր է խաղացել հարաբերականության տեսության մշակման համար), չափել աստղերի անկյունային չափերը և այլն:

Լույսի էլեկտրամագնիսական տեսությունը, որն ընդհանրացված էր Մաքսվելի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգով, խորհրդանշեց լույսի մասին գիտության երկրորդ փուլի զագաթնակետը՝ լուրջ նախապայաններ ստեղծելով ոլորտի հետագա բուռն զարգացման համար:

Հեղափոխական զարգացում. քվանտային տեսություն: Հայտնի է, որ երկարալիք (ռադիո- և միկրոալիքային) տիրույթի էլեկտրամագնիսական ճառագայթումը կարելի է դիտարկել որպես ալիք: Մյուս կողմից, կարճալիք ռենտգենյան և գամմա-ճառագայթումները դրսևորում են մասնիկային բնույթ: Հասկանալի է, որ այդ երկու սահմանների միջակայքում լուսային ճառագայթումը պետք է դրսևորի և՛ ալիքային, և՛ մասնիկային հատկություններ: Փաստորեն, XVII - XIX դարերի գիտական բանավեճը հենց այդ դրույթի արտացոլումն էր: Իրոք, որոշ օպտիկական երևույթներ՝ ինտերֆերենցը և դիֆրակցիան, հեշտությամբ բացատրվում են ալիքային մոդելով, մինչդեռ ֆոտոէֆեկտի կամ Քոմպտոնի երևույթի բացատրությանը հարիր է մասնիկային պատկերացումը: Հետաքրքիր է, որ լույսի նման երկակի վարքի՝ «դուալիզմի» բացատրման ու միասնական պատկերացում ձևավորելու համար գիտնականներին պահանջվեց մուտք գործել չհետազոտված ու առեղծվածներով լի միկրոաշխարհ...
Լույսի մասին գիտության երրորդ փուլը մեկնարկել է XX դարի սկզբին: Ֆիզիկայի զարգացման համար այդ ժամանակաշրջանը վստահաբար կարելի է անվանել հեղափոխական: Հատկանշական է, որ հենց օպտիկական կլանման ու առարման սպեկտրների հետազոտումը հանգեցրեց քվանտային անցումների հասկացության ներմուծմանը և գործողության նվազագույն քվանտի՝ h մեծության գաղափարին, որը սև մարմնի ճառագայթման սպեկտրը բացատրելու համար



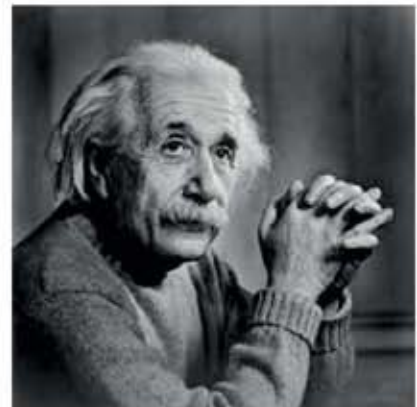
Մաքս Պլանկ (1858-1947)

ներմուծել է գերմանացի ֆիզիկոս Մաքս Պլանկը 1900 թ.:

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Զ} \cdot \text{վ}$$

հաստատունն անվանում են Պլանկի հաստատուն: Արդեն 1905-ին Ալբերտ Այնշտայնը, հիմնվելով Պլանկի աշխատանքների վրա, նոր շունչ հաղորդեց լույսի մասնիկային տեսությանը՝ ենթադրելով, որ պլանկյան $E=hc$ էներգիայի քվանտներն իրական մասնիկներ են, որոնք նա անվանեց լույսի քվանտներ կամ ֆոտոններ: Սրանով Այնշտայնին հաջողվեց բացատրել ավելի վաղ հայտնաբերված ֆոտոէֆեկտի երևույթը:

Լույսի մասին գիտության համար կարևոր նշանակություն ունեցավ Այնշտայնի հարաբերականության տեսությունը,



Ալբերտ Այնշտայն (1879-1955)

որի զարգացման գործում մեծ ավանդ ունեն ֆրանսիացի գիտնական Անրի Պուանկարեն (1854-1912), հոլանդացի ֆիզիկոս Հենդրիկ Լորենցը (1853-1928) և այլք:

Կիրառելով լույսի քվանտի գաղափարն ատոմների նկատմամբ՝ դանիացի գիտնական Նիլս Բորը (1885-1962) 1913 թ. հայտնագործեց ատոմի ճառագայթման հաճախության և ատոմի n և m էներգիական մակարդակների տարբերության պարզ կապը՝

$$h\nu_{nm} = E_n - E_m.$$

Քվանտային ֆիզիկայի հետագա զարգացման համար հիմնարար դեր է խաղացել Այնշտայնի 1917 թ. գրված մի աշխատանք, որտեղ մոլեկուլային համակարգի ջերմադինամիկական հավասարակշռության դիտարկման հիման վրա նա ներմուծել է ստիպողական (հարկադրական) ճառագայթման հասկացությունը: Այդ աշխատանքի հիման վրա շուրջ կես դար անց ֆիզիկոսներն ստեղծեցին քվանտային ուժեղարարներ և քվանտային զենեքատորներ (լազերներ):



Նիլս Բոր (1885-1962)

Նոր գաղափարները հրապարակ բերեցին բազմաթիվ տաղանդաշատ գիտնականների, որոնք նպաստեցին քվանտային մեխանիկայի, քվանտային էլեկտրադինամիկայի, ռեյատիվիստական տեսության ձևավորմանը: Էական նշանակություն ունեցան ավստրիացի ֆիզիկոս Էրվին Շրյոդինգերի (1887-1961)՝ 1926 թ. հրապարակած քվանտային համակարգի քվանտային վիճակը նկարագրող դիֆերենցիալ հավասարումը (Շրյոդինգերի հավասարում), դրանից բխող ու անգլիացի գիտնական Պոլ Դիրակի (1902-1984) ձևակերպած վերադրման (սուպերպոզիցիա) սկզբունքը: Գերմանացի տեսաբան Վեռներ Հայզենբերգը (1901-1976) 1927թ. ձևակերպեց ֆիզիկայի համար հիմնարար նշանակություն ունեցող անորոշությունների առնչությունը, որի համաձայն՝ որքան ճշգրիտ է չափվում քվանտային համակարգը նկարագրող մեծությունների գույգից (օրինակ՝ մասնիկի կոորդինատն ու իմպուլսը) մեկը, այնքան ոչ ճշգրիտ է որոշվում մյուսը: 1925 թ. շվեյցարացի տեսաբան Վոլֆգանգ Պաուլին (1900-1958) ձևակերպեց իր անվամբ կոչված սկզբունքը, որի համաձայն՝ երկու էլեկտրոն չեն կարող զբաղեցնել միևնույն քվանտային թվերով նկարագրվող վիճակը: Ֆրանսիացի գիտնական Լուի դը Բրոյլը (1892-1987) 1923 թ. առաջ քաշեց նյութական ալիքների գաղափարը՝ ցույց տալով, որ նյութական մասնիկներին, մասնավորապես՝ էլեկտրոնին կարելի է վերագրել նրա p իմպուլսի հետ կապված $\lambda = h/p$ ալիքի երկարություն: Փաստորեն, դրանով մաթեմատիկական ապացույց ստացավ

մասնիկա-ալիքային երկվորյան գաղափարը:

Քվանտային տեսությանը հիմնավորված ատոմային սպեկտրների ընդհատ (դիսկրետ) բնույթի, ինչպես նաև աստղադիտական ու սպեկտրադիտական տեխնիկայի զարգացման շնորհիվ արդեն 1929 թվականին, ամփոփելով աստղերի ճառագայթման սպեկտրների հսկայական կարմիր շեղման տվյալները, ամերիկացի աստղագետ Էդվին Հաբլը (1889-1953) առաջ քաշեց ընդարձակվող տիեզերքի վարկածը: Այսպիսով՝ օպտիկայի նվաճումները նպաստեցին տիեզերաբանության (կոսմոլոգիա) զարգացմանը:

1954-ին ամերիկացի գիտնական Չառլզ Թաունսը (1915-2015) ստեղծեց ամոնիակի փնջով աշխատող, 1,25 սմ ալիքի երկարությամբ առաջին քվանտային զենեքատորը (մազեր), իսկ ռուս գիտնականներ Նիկոլայ Բասովը (1922-2001) և Ալեկսանդր Պրոխորովը (1916-2002) նույն թվականին մշակեցին նման սարքի ստեղծման կոնկրետ նախագիծ: Քվանտային սկզբունքով աշխատող այդ առաջին սարքերի ստեղծման համար, որոնք հիմնված էին էլեկտրամագնիսական ճառագայթման ստիպողական ուժեղացման վրա, նշված երեք գիտնականներն արժանացան Նոբելյան մրցանակի: 1960-ին ստեղծվեց առաջին օպտիկական քվանտային զենեքատորը՝ 694,3 նմ ալիքի երկարությամբ սուտակային լազերը: Գիտությունը և տեխնիկան առաջին անգամ ստացան լույսի ալիքների կոհերենտ աղբյուր, որը զարկ տվեց գիտության նոր ուղղությունների՝ լազերային ֆիզիկայի ու նյութաբանության,



ոչ գծային օպտիկայի, ֆոտոնիկայի, հոլոգրաֆիայի զարգացմանը:

Լազերների ստեղծումը չափազանց կարևոր դեր է խաղացել լույսի մասին գիտության զարգացման գործում: Մակայն ոչ պակաս դերակատարում են ունեցել նաև զուգահեռաբար ակտիվ զարգացող էլեկտրոնիկան ու օպտոէլեկտրոնիկան, կիսահաղորդչային ու նանոտեխնոլոգիաները, օպտիկական նյութաբանությունը և այլ հարակից ոլորտները, առանց որոնց դժվար է պատկերացնել ժամանակակից գիտության զարգացումը:

Լույսի մասին գիտությունն այսօր: Արդի պատկերացումների համաձայն՝ լույսը 10^{-5} – 10^{-9} մ ալիքի երկարությամբ քվանտային հատկություններով էլեկտրամագնիսական ճառագայթում է: Այդ տիրույթի

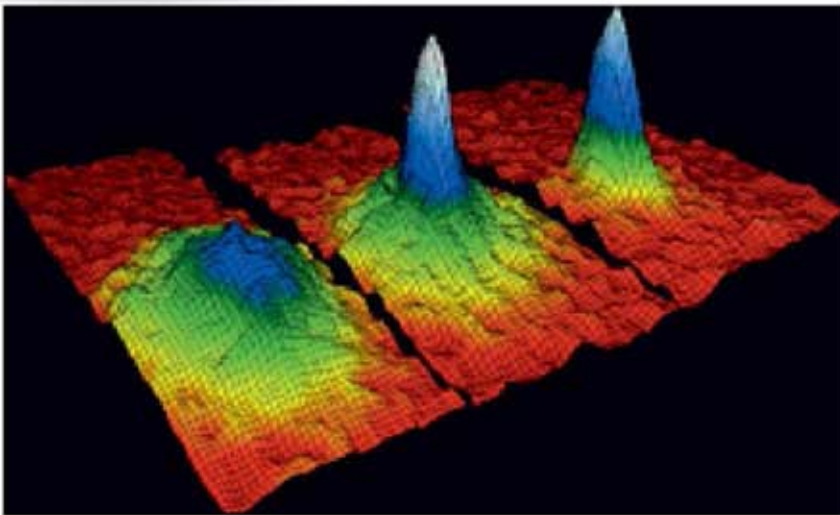
$4 \cdot 10^{-7}$ – $7 \cdot 10^{-7}$ մ միջակայքն անվանվում է տեսանելի լույս: Լույսի արագությունը վակուումում 299792458 մ/վ է և ընդունված է որպես բնության հիմնարար հաստատուն:

Հայտնի են լույսի մի շարք աղբյուրներ, որոնցից կարևորագույններն են ջերմային, գազապարպումային, լուսադիոդային և լազերային աղբյուրները: Իր յուրահատուկ և փոխկապակցված հատկություններով՝ մեներանգությամբ, կոհերենտությամբ, ուղղորդվածությամբ և պայծառությամբ դրանցից առանձնանում է լազերային ճառագայթումը: Ավելին՝ լազերային ճառագայթմամբ հնարավոր դարձավ ստանալ էլեկտրամագնիսական դաշտեր, որոնց լարվածությունը համեմատելի է ներատոմային ու ներբյուրեղային դաշտերի հետ, և որն ընձեռեց նոր հետազոտական ու կիրա-

ռական հնարավորություններ: Լազերային տեխնոլոգիաները մուտք գործեցին արդյունաբերություն, բժշկություն, տեղեկատվական ու այլ կիրառական ոլորտներ: Մակայն միևնույն ժամանակ լազերային ճառագայթումը դարձավ հզոր գիտական գործիք՝ ընդլայնելով ու խորացնելով բնության հետազոտման հնարավորությունները:

Կարճ հոդվածում հնարավոր չէ անդրադառնալ լույսի մասին արդի հիմնարար գիտության բոլոր ուղղություններին: Թվարկենք միայն մի քանիսը՝ միկրոաշխարհից մինչև տիեզերք ընդգրկումով:

Առանձին ատոմները խիստ զգայուն են բազմաբնույթ արտաքին ազդեցությունների նկատմամբ (էլեկտրական ու մագնիսական դաշտեր, հարևան ատոմների ու մակերևույթների առկայություն և



Նկար 2. Գազային ոռոփողի ունեցող բրզե-այնշտայնյան կոնդենսատի ձևավորման փուլերը պատկերող արագությունների բաշխման գրաֆիկները

այն): Մակայն ինչպես հայտնաբերել և օգտագործել այդ զարմանալի հատկությունները, եթե չգիտենք, թե ինչպես կարելի է «շփվել» ատոմների հետ: Այստեղ մեզ օգնության է գալիս լույսը, ավելի ճիշտ՝ լազերային ճառագայթումը, որի հաճախությունը մեծ ճշտությամբ համընկնում է ատոմների ռեզոնանսային հաճախության հետ: Ատոմային սպեկտրադիտման գիտափորձերում այս փորձագույն մասնիկները գրգռվում են լազերային ճառագայթմամբ և որոշ ժամանակ անց վերաճառագայթում՝ վերադառնալով հիմնական վիճակ: Վերլուծելով վերաճառագայթված լույսի հատկությունները, կարելի է մի կողմից ի հայտ բերել, թե ինչ են «զգում» ատոմները, մյուս կողմից՝ օգտագործել հետազոտվող երևույթները տարբեր տարբերի մշակման համար (օրինակ՝ մագնիսաչափերի կամ մակերևույթը զննող զոնդերի): Ատոմները ենթարկելով ռեզոնանսային լազերային գրգռման՝ հնարավոր է փոփոխել նաև դրանց հատկություններն ու վարքը, օրինակ՝ մեծացնել քիմիական

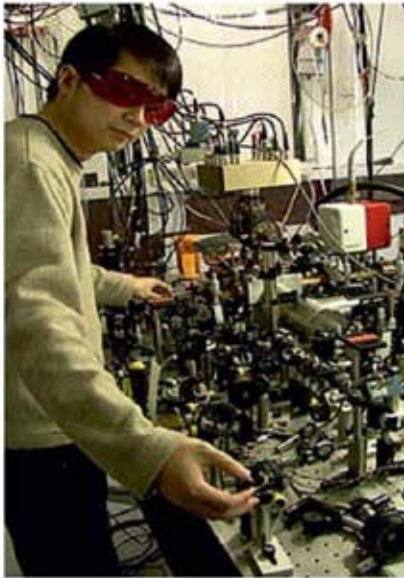
ռեակցիայի մեջ մտնելու ունակությունը կամ դանդաղեցնել ջերմային շարժումը:

Օգտագործելով ոռոփողի մի ատոմական գոլորշու «լազերային սառեցման» սկզբունքը՝ ամերիկացի գիտնականներ Էրիկ Կոռնելը և Կառլ Վիմանը 1995 թ. առաջին անգամ ստացան նյութի մինչ այդ չիրագործված նոր վիճակ՝ «բրզե-այնշտայնյան կոնդենսատ», որի ձևավորման համար նյութը սառեցվել է մինչև 170 նանոկելվին՝ գրեթե բացարձակ զրո: Այդ պայմաններում նյութը սկսում է ցուցաբերել մակրոսկոպական քվանտային հատկություններ: Հատկանշական է, որ բրզե-այնշտայնյան կոնդենսատի հատկությունների հետազոտումը ևս կատարվում է լազեր-օպտիկական եղանակներով:

Վերջերս շատ է խոսվում «մութ նյութի» և «մութ էներգիայի» մասին: Համաձայն գիտական հանրության մեջ ընդունված վերջին պատկերացումների՝ տիեզերքի՝ մեզ հայտնի և հետազոտման համար հասանելի նյութն ու էներգիան կազմում են միայն 4,9 %-ը: Մնացածը բաղկացած

է մեզ անտեսանելի ու անհասանելի «մութ նյութից» (26,8 %) և «մութ էներգիայից» (68,3 %): «Մութ» էության լայնածավալ որոնում է սկսվել և երկրային, և տիեզերական լաբորատորիաներում: Տասնյակից ավելի գրանցիչներ են պատրաստվել՝ լցված գերմաքուր հեղուկով, որոնք ենթադրաբար կարող են գրանցել մութ նյութի մասնիկները: Ինչևէ, վերջերս տեսարաններ Անդրեյ Դերեվիանկոն (ԱՄՆ, Նևադայի համալսարան) և Մարսիմ Դուպելովը (Կանադա, Վիկտորիայի համալսարան) ենթադրել են, որ մութ նյութը ոչ թե մասնիկներից է բաղկացած, այլ իրենից ներկայացնում է վաղ տիեզերքի սառեցման հետևանքով առաջացած արատներ: Նման եզրահանգման է հանգել նաև Ռոբերտ Դոլտիսը (ԱՄՆ, Բաֆալոյի համալսարան), որի տեսության համաձայն՝ մութ նյութը տուրբուլենտ արատների շարք է, որոնք հանգեցնում են տիեզերքում պակասող զանգվածի տարօրինակ երևույթին: Եթե այս ենթադրությունը ճիշտ է, ապա երկրի արհեստական արբանյակների վրա տեղադրված ատոմային ժամացույցների միջև մութ նյութի պատճառով կառաջանա ապահամաժամացում, որն էլ հնարավոր է գրանցել: Նշենք, որ ատոմային ժամացույցների աշխատանքը հիմնված է լույսի և նյութի փոխազդեցության վրա:

Այնշտայնի հարաբերականության տեսությունից բխում են զարմանալի հետևություններ: Այսպես՝ ձգողականության ուժի նվազումը հանգեցնում է ժամանակի ընթացքի արագացման, իսկ մարմնի արագ շարժումը՝ ժամանակի դանդաղեցման



Նկար 3. Աշխարհի ամենաճշգրիտ ատոմային ժամացույցը՝ հիմնված այլումինի եզակի իոնի տատանումների վրա (Ազգային ստանդարտների և տեխնոլոգիաների ինստիտուտ, ԱՄՆ)

(երկվորյակների պարադոքս): Վերջերս ԱՄՆ Բուլդերի Ազգային ստանդարտների և տեխնոլոգիաների ինստիտուտի (NIST) գիտնականները կատարել են այդ երևույթների առավել ճշգրիտ չափումներ: Աշխարհի ամենաճշգրիտ օպտիկական ատոմային ժամացույցների օգտագործումը (սկ. 3) նրանց հնարավորություն տվեց ապացուցելու, որ ժամացույցն ընդամենը 33 սմ-ով բարձրացնելով, գրանցվում է ժամանակի չնչին, բայց չափելի արագացում. 79 տարվա ընթացքում մարդը ծերանում է վայրկյանի 90 միլիարդերորդի չափով ավելի արագ: Այսպիսով՝ Արագածի գագաթին ապրող մարդը կկարողանա «ստիպել» ժամանակին ինչ-որ չափով արագ ընթանալ: Նույն ժամացույցներով կատարված գիտափորձը հնարավորություն է տվել գրանցելու ժամանակի ընթացքի դանդաղում ընդամենը 10 մ/վ արագությամբ շարժվելիս:

Մեկ այլ հիմնարար հարց, որի պատասխանը մինչ այժմ շարունակում են փնտրել ֆիզիկոսները, հաստատուն են արդյոք ֆիզիկայի հիմնարար հաստատունները: Այդ հաստատունների փոփոխության գրանցումը կնշանակի, որ ներկայիս ֆիզիկական տեսությունները լուրջ վերանայման կարիք ունեն: Նուրբ կառուցվածքի, կամ Զոմերֆելդի հաստատունը (α) ֆիզիկայի նման հիմնարար հաստատուններից է, որով նկարագրվում է տարրական լիցքավորված մասնիկների միջև փոխազդեցությունը: Ըստ այսօրվա տվյալների՝

$$\alpha = 7,2973525664 \cdot 10^{-3}$$

Որոշ գիտնականներ պնդում են, որ եթե նուրբ կառուցվածքի հաստատունը 4 %-ով մեծ կամ փոքր լիներ, տիեզերքում նյութի ձևավորման միջուկային ռեակցիաներում ածխածին չէր առաջանա, հետևաբար՝ ածխածնի վրա հիմնված ներկայիս կյանքը գոյություն չէր ունենա: Վերջին տասնամյակներում մի շարք աստղադիտական տվյալներ կասկածի տակ են դնում այդ մեծության հաստատուն լինելը: Ավելի ճշգրիտ են նուրբ կառուցվածքի հաստատունի փոփոխության չափման օպտիկական եղա-

նակները, որոնք կարող են տալ այդ հարցի վերջնական պատասխանը: Այդ ուղղությանը աշխատանքներ են տարվում ԱՄՆ Բերկլիի համալսարանում, Դմիտրի Բուդկերի խմբում, որտեղ օպտիկական (լազերային) եղանակով կատարվում են ատոմների էներգիական մակարդակների շատ մեծ ճշտությամբ չափումներ: Շատ հավանական է, որ մոտակա տարիներին նուրբ կառուցվածքի հաստատունի անփոփոխ լինելու փաստը վերջնականապես հերքվի կամ հաստատվի:

Նշենք, որ լույսը դարեր ի վեր եղել է հայ գիտնականների ուսումնասիրման առարկա: Սակայն Հայաստանում լույսի հետազոտման լայնածավալ աշխատանքները մեկնարկել են XX դարի կեսերին. նախ՝ կապված աստղաֆիզիկայի զարգացման հետ, իսկ 1960-ականները՝ նաև շնորհիվ բուռն զարգացող լազերային ֆիզիկայի, ոչ գծային օպտիկայի և օպտիկական նյութաբանության: Այսօր էլ հայ գիտնականներն իրենց ծանրակշիռ ավանդն ունեն լույսի և լուսային երևույթների հետազոտման գործում: «Գիտության աշխարհում» հանդեսը պարբերաբար անդրադառնում է այդ հետազոտություններին:



ԿԵՆՍԱՍՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆ՝ ԴԵՂԱԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆԸ



ԱՇՈՏ ՍԱՂՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» գիտաարտադրական կենտրոնի տնօրեն, քիմիական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս

Կենսատեխնոլոգիան գիտություն է արդյունաբերության մեջ և տեխնիկայում կենսաբանական գործընթացների կիրառման վերաբերյալ: Այդ անվանումը ծագել է հունարեն «bios» (կյանք), «teken» (արվեստ) և «logos» (գիտություն) բառերից:

Մինչև նախորդ դարի 80-ական թվականները «կենսատեխնոլոգիա» բառը մեր բառապաշարում բացակայում էր, դրա փոխարեն օգտագործվում էին «արդյունաբերական միկրոկենսաբանություն», «տեխնիկական կենսաքիմիա» և այլ եզրեր: Կենսատեխնոլոգիան, որի անվան մեջ միավորած են բոլոր նախկին անվանումները, կենսաբանական գործընթացների և համակարգերի պրակտիկ կիրառության գիտական հիմքն է: Այն վերջին տասնամյակների ընթացքում մեծ առաջընթաց է ապրել կյանքի երևույթների գիտական բացատրության, և առաջին հերթին՝ մանրէաբանության, էնզիմաբանության, մոլեկուլային կենսաբանության և գենետիկայի բնագավառներում: Ընդ-

հանուր առմամբ կենսատեխնոլոգիան դարձել է գիտություն կենսաբանության պրակտիկ կիրառությունների մասին, և հենց դրանում է նոր անվան ներմուծման իրական իմաստը:

Մարդկությունն իր գոյատևման ընթացքում տիրապետել է տարբեր կենսատեխնոլոգիական գործընթացների. մարդիկ պարբերաբար օգտվել են մանրէաբանական գործընթացներից՝ առանց մանրէների մասին պատկերացում ունենալու: Դեռևս մեր թվարկությունից 6000 տարի առաջ

մարդիկ օգտագործել են հացի, գարեջրի, քացախի և մի շարք այլ մթերքների ստացման եղանակներ, որոնք այսօր դասվում են կենսատեխնոլոգիական գործընթացների շարքում: Տարբեր կենդանական և բուսական ծագում ունեցող մթերքներ օգտագործվել են ոչ միայն որպես սնունդ, այլ նաև բժշկական նպատակներով: Այսպես՝ մեր թվարկությունից առաջ VII-VIII դարերում Ատրեստանի մայրաքաղաք Նինվեում կար թագավորական գրադարան, որտեղ պահվում





էին ավելի քան 30000 սեպագիր աղյուսակներ, որոնցից 33-ը պարունակում էին տեղեկատվություններ տարբեր դեղամիջոցների և դրանց դեղագրության մասին, իսկ քաղաքի կենտրոնում տեղակայված էր դեղաբույսերի հատուկ այգի:

Կենսատեխնոլոգիան, որպես կիրառական գիտություն, կարևորագույն դերակատարություն է ունեցել հատկապես երկրորդ համաշխարհային պատերազմի տարիներին, երբ վարակված վերքերով վիրավորների բուժման համար հակամանրէային պատրաստուկների սուր պահանջ էր առաջացել: Այդ ժամանակ առաջին անգամ արդյունաբերության մեջ ներդրվեցին հզոր արտադրական հեքսետիկ կենսատեխնոլոգներ և իրակա-

նացվեցին հակաբիոտիկների բազմատոննաժ կենսատեխնոլոգիական արտադրություններ: Այսօր հայտնի հակաբիոտիկների ավելի քան 95%-ն արտադրվում է կենսատեխնոլոգիական եղանակով, այն դեպքում, երբ մինչև նախորդ դարի 50-ական թվականները դրանք հիմնականում ստանում էին քիմիական սինթեզի եղանակով կամ անջատում էին բնական աղբյուրներից:

Կենսատեխնոլոգիան իր զարգացման բարձրակետին հասավ գենատեխնիկական փուլում, երբ ամերիկացի գիտնական Պ. Բերգն ստեղծեց առաջին վերահամակցված (ռեկոմբինանտ) ԴՆԹ-ի (ռ-ԴՆԹ) մոլեկուլը, որը դարձավ ռ-ԴՆԹ կենսատեխնոլոգիայի զարգացման հիմքը: Դրան հետևեցին վերահամակցված շտամ-գերարտադրիչների կառուցումը և դրանց կիրառմամբ տարբեր կենսաբանորեն և դեղաբանորեն ակտիվ պատրաստուկների արդյունավետ կենսատեխնոլոգիաների մշակումը: 1982 թ. արտադրվել և վաճառվել է գենային ճարտարագիտության մեթոդով ստացված մարդկային ինտելիքը, ինտերֆերոնը, ինտերլեյկինը, մարդու աճի (տնատորոպ) հորմոնը և այլ դեղապատրաստուկներ:

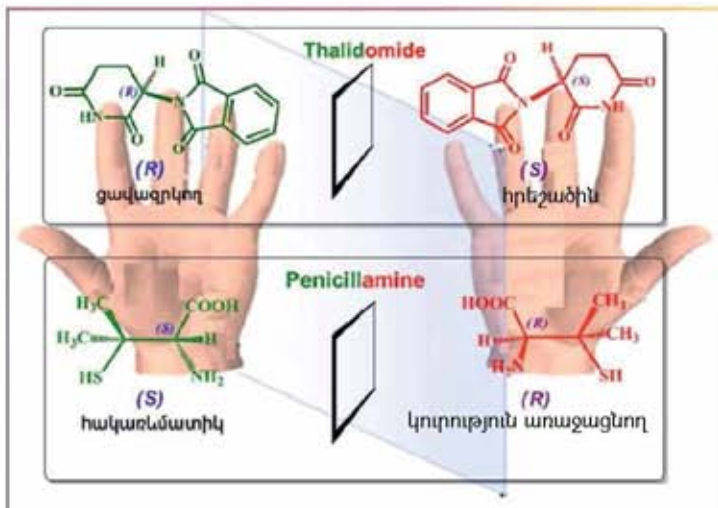
Գենային ճարտարագիտության հետազոտությունները մեծ ներդրում ունեն տարբեր օրգանիզմների գենոմների կառուցվածքաֆունկցիոնալ առանձնահատկությունների բացահայտման գործում: Հատուկ ուշադրության են արժանի տրանսգենային կենդանիների և բույսերի ստեղծմանը նվիրված հետազոտական աշխատանքները, որոնք պարունակում և դրսևորում (էքսպրեսացնում) են օտարածին գենետիկական տեղեկատ-

վությունը:

Կենսատեխնոլոգիայի զարգացման ժամանակակից մակարդակը պայմանավորված է գիտության ու տեխնիկայի՝ հատկապես նախորդ դարի 50-ական թվականներին սկսված ընդհանուր առաջընթացով: Բավական է նշել այնպիսի ձեռքբերումներ, ինչպիսիք են նուկլեինաթթուների կառուցվածքի և ֆունկցիաների պարզաբանումը, ռետրիկտազ ֆերմենտների հայտնաբերումը, բջջի կյանքում դրանց դերի բացահայտումը և հետագայում գենային ճարտարագիտության մեջ դրանց կիրառումը, հիբրիդոմի ստեղծումը և միակլոնային հակամարմինների ստացումը, հաշվիչ մեքենաների և համակարգչային ծրագրերի ներդրումը կենսատեխնոլոգիական գործընթացներում և այլն:

Անգնահատելի է կենսատեխնոլոգիայի դերը քիրալային դեղապատրաստուկների ստացման գործընթացներում: Այսօր հայտնի դեղանյութերի ավելի քան 35%-ը քիրալային մոլեկուլներ են, որոնք ոչ ընտրողական սինթեզի պայմաններում առաջանում են երկու և ավելի օպտիկական իզոմերների տեսքով: Վերջին հանգամանքը դեղապատրաստուկների պարագայում անթույլատրելի է, քանի որ, ինչպես ցույց են տվել բժշկականսաբանական հետազոտությունները, դեղաբանորեն ակտիվ քիրալային դեղանյութի օպտիկական անտիպոդը՝ հակաիզոմերը, որպես կանոն, հիմնականում ցուցաբերում է բացասական դեղաբանական ազդեցություն: Օրինակ՝ հայտնի թալիդոմիդի (R)-էնանտիոմերն օժտված է ուժեղ ցավազրկող ազդեցությամբ, այն դեպքում, երբ նրա





Նկար 1. Որոշ քիրալային դեղապատրաստուկների օպտիկական հակադրոմերները

(S)-իզոմերն առաջացնում է հրեշածնություն (տեռատոգենություն) կամ պենիցիլամինի (S)-էնանտիոմերն ուժեղ հակառևմատիկ պատրաստուկ է, իսկ (R)- էնանտիոմերն առաջացնում է կորուրթյուն (նկ. 1), և նմանատիպ բազմաթիվ օրինակներ: Դա է պատճառը, որ ներկայումս մի շարք քիրալային դեղապատրաստուկների արտադրություններ (հատկապես քիմիական սինթեզի եղանակով ստացվող) դադարեցվել են, իսկ համապատասխան դեղամիջոցները հանվել են դեղաշուկայից (օրինակ՝ թալիդոմիդը):

Այսպիսով՝ ակնհայտ է, որ քիրալային դեղապատրաստուկը պետք է սինթեզվի միայն օպտիկապես մաքուր և պահանջվող էնանտիոմերի տեսքով: Իսկ դա հնարավոր է միայն կենսատեխնոլոգիական մեթոդների կիրառման պայմաններում, քանի որ դասական քիմիական սինթեզն ավարտվում է օպտիկապես ոչ ակտիվ ռացեմատ խառնուրդների առաջացմամբ, իսկ բնական աղբյուրներից էնանտիոմերապես մաքուր քիրալային կենսապատրաստուկների ան-

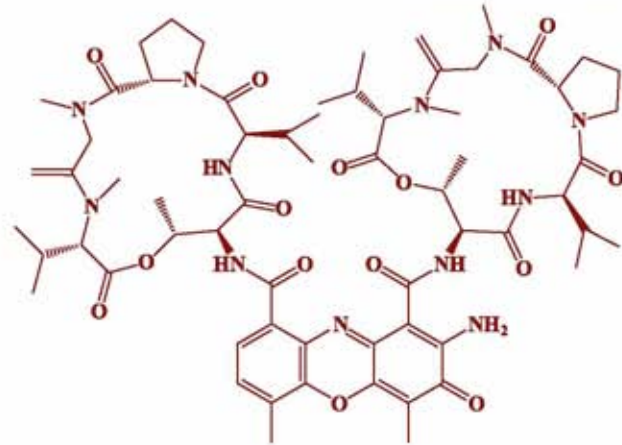
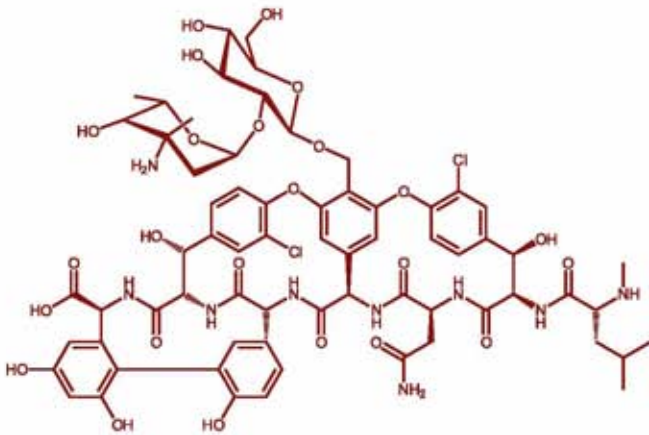
ջատման գործընթացները տնտեսապես արդարացված չեն: Որոշ քիրալային կենսամոլեկուլներ ստանալիս կիրառվում են նաև ոչ ավանդական ասիմետրիկ սինթեզի մեթոդները, սակայն բազմատոնած արտադրության պարագայում դրանք նույնպես արդարացված չեն:

Ժամանակակից դեղագործության մեջ առանձնահատուկ ուշադրության են արժանի օրգանիզմի ֆերմենտային համակարգի համար անհրաժեշտ օտարածին կենսամոլեկուլները: Դրանց ներմուծումը դեղապատրաստուկների քաղադրության մեջ վերջիններիս դարձնում է անձանաչելի օրգանիզմի պաշտպանական ֆունկցիաներն ապահովող ֆերմենտների համար, որը հանգեցնում է դեղի ազդեցության երկարաձգման: Նման կենսամոլեկուլների դասին են պատկանում նաև ոչ սպիտակուցային ամինաթթուները, որոնք ինչպես ազատ ձևով, այնպես էլ պեպտիդային և այլ բնույթի դեղապատրաստուկների կազմում առկա են բազմաթիվ դեղամիջոցների քաղադրության մեջ:

Ոչ սպիտակուցային են համարվում այն ամինաթթուները, որոնք չունեն սեփական փ-ՌՆԹ¹ և չեն հայտնվում սպիտակուցների պոլիպեպտիդային շղթայում հետտեղափոխային (պոստտրանսլյացիոն) ձևափոխման (մոդիֆիկացիա) ժամանակ: Որպես ֆերմենտների ոչ դարձելի արգելակիչներ՝ ոչ սպիտակուցային ամինաթթուները լայնորեն կիրառվում են ժամանակակից դեղագործական արդյունաբերության մեջ: Այսօր հայտնի են մեծ թվով հակավիրուսային, հակաքաղցկեղային, հակամանրէային և այլ ազդեցության դեղապատրաստուկներ, որոնք՝ որպես դեղարանորեն ակտիվ բաղադրիչներ (ազլիկոն), իրենց քաղադրության մեջ պարունակում են մեկ կամ մի քանի ոչ սպիտակուցային ամինաթթվային մնացորդներ, օրինակ՝ լեոցինոսպարին, լեոսպրոլիդ, փոֆցին, մեփոպրեքսար հակաքաղցկեղային պատրաստուկները, դակլիփինոմիցին, վանկոմիցին, բլեոմիցին, փոսթերակոփինոմիցին հակամանրէային պատրաստուկները, լիզինոսպրիլ, կապփոսպրիլ, էնապոսպրիլ, ռեմիսպրիլ հակահիպերտոնային պատրաստուկներ և այլն: Դրանցից մի քանիսի քանաձևերը բերված են ստորև (նկ. 2):

Դեռևս անցյալ դարի 80-ական թվականներին լատվիացի գիտնական Գ. Չիպենսը բացահայտել է, որ պեպտիդային բնույթի դեղապատրաստուկի քաղադրության մեջ որևէ սպիտակուցային ամինաթթվի փոխարինումը նրա ոչ սպիտակուցային նմանակով հանգեցնում է դեղի ազդեցության կտրուկ երկարաձգման, երբեմն՝ մինչև 1000

¹ փ-ՌՆԹ՝ փոխադրող ՌՆԹ



Վանկումիցին

Նկար 2. Ոչ սպիտակուցային ամինաթթվի հենքի վրա կառուցված դեղապատրաստուկներ

Դակպինոմիցին

անգամ: Բանն այն է, որ դեղն ընդունելուց հետո որպես օրգանիզմի համար օտար միացություն՝ այն անմիջապես ենթարկվում է օրգանիզմի պաշտպանությունն ապահովող ֆերմենտային համակարգի քայքայող ազդեցությանը: Պեպտիդային կառուցվածքի դեղապատրաստուկների դեպքում նման ֆունկցիաներ իրականացնում են մասնավորապես պրոտեոլիտիկ ֆերմենտները: Ոչ սպիտակուցային ամինաթթու պարունակող պեպտիդային դեղապատրաստուկը, շնորհիվ նրա կառուցվածքում առկա ոչ սովորական, օտար ռադիկալի, դժվարությամբ է ենթարկվում ֆերմենտային համակարգի քայքայիչ ազդեցությանը, որը երկարաձգում է օրգանիզմում դեղի գոյատևման և ազդեցության տևողությունը: Նկ. 3-ում ներկայացված է պրոտեոլիտիկ ֆերմենտների ազդեցությամբ պանին և նրա ոչ սպիտակուցային նմանակ α -ալիլգլիցին պարունակող պեպտիդային դեղապատրաստուկների պրոտեոլիտիկ սխեման:

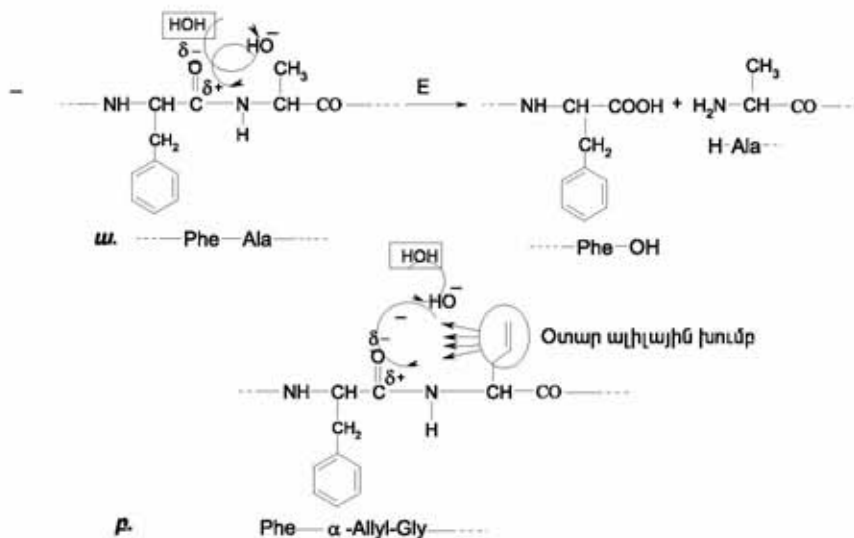
Առաջին դեպքում, դեղապատրաստուկն օրգանիզմ

ներմուծելիս պեպտիդազ ֆերմենտներն անմիջապես գրոհում և ճեղքում են պանինի առաջացրած պեպտիդային կապը (ա), իսկ երկրորդ դեպքում ֆերմենտների պեպտիդազային ակտիվությունը ճնշվում է շղթայում նրանց համար օտար ալիլային ռադիկալի առկայությամբ, որը հանգեցնում է պատրաստուկի ազդեցության երկարաձգման (բ):

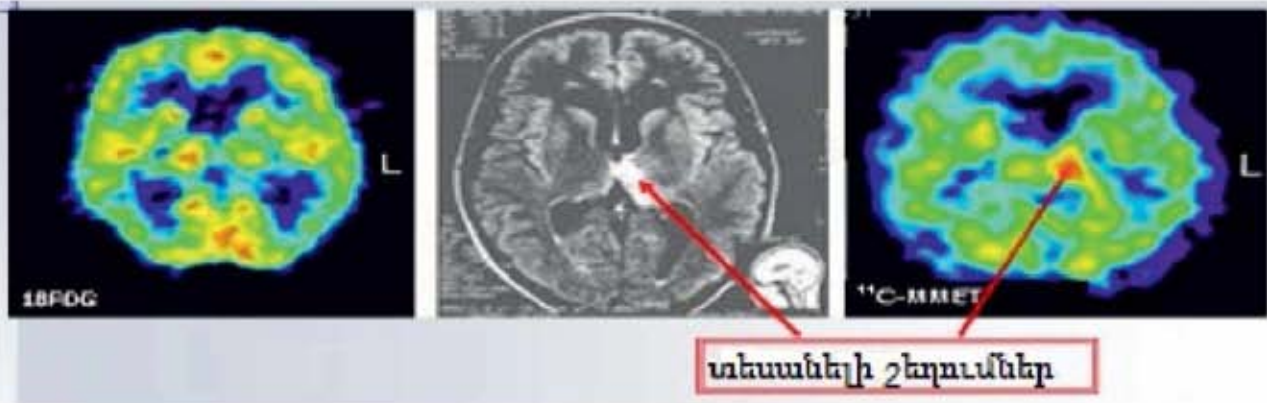
Ոչ սպիտակուցային ամինաթթուները հաջողությամբ կիրառվում են նաև մանրէաբանության ոլորտում որպես սպիտակուցային ամինաթթուների նմանակներ գերարտադրիչ շտամների ստացման գործընթացներում: Օրինակ՝ S-(2-ամինոէթիլ) ցիստեինը լիզինի, O-մեթիլսերինը մեթիոնինի, β -իմիդազոլիլպանինը հիստիդինի արդյունավետ նմանակներն են:

Անգնահատելի է ոչ սպիտակուցային ամինաթթուների դերը պոզիտրոնային առարուսային շերտագրման (ՊԱՇ)

և շերտագրման (ՊԱՇ)



Նկար 3. Օրգանիզմում պեպտիդային դեղապատրաստուկի պրոտեոլիտիկ սխեման ա. միայն սպիտակուցային ամինաթթուներ պարունակող պեպտիդային շղթա, բ. ոչ սպիտակուցային α -ալիլգլիցին պարունակող պեպտիդային շղթա



Նկար 4. Գլխուղեղի չարորակ նորագոյացման ՀՇ (կենտրոնում) և ՊԱՇ նկարները, օգտագործվել են ^{18}F -FDG (ձախից) և ^{11}C -Met (աջից) ռադիոպատրաստուկներ:

մեթոդով ախտորոշման գործընթացներում: ՊԱՇ-ը բժշկական ախտորոշման ամենաժամանակակից մեթոդն է, որի միջոցով կարելի է բացահայտել և ախտորոշել բազմաթիվ հիվանդություններ, նույնիսկ զարգացման ամենավաղ փուլում: Այն հիմնված է պոզիտրոն ճառագայթող իզոտոպներ պարունակող ռադիոպատրաստուկների (ռադիոտեղափոխիչներ) կիրառման վրա: Մինչև 2000 թ. ՊԱՇ-ախտորոշման գործընթացներում լայնորեն կիրառվել է ^{18}F -իզոտոպով նշադրված ֆտորդեզօքսիպյուկոզը (FDG):

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ որոշ հիվանդությունների արագ և արդյունավետ ախտորոշման գործընթացներում առավել հեռանկարային են պոզիտրոն ճառագայթող իզոտոպներով (^{18}F , ^{11}C և այլն) նշադրված α -ամինաթթուները: Դրանք արդյունավետ են հատ-

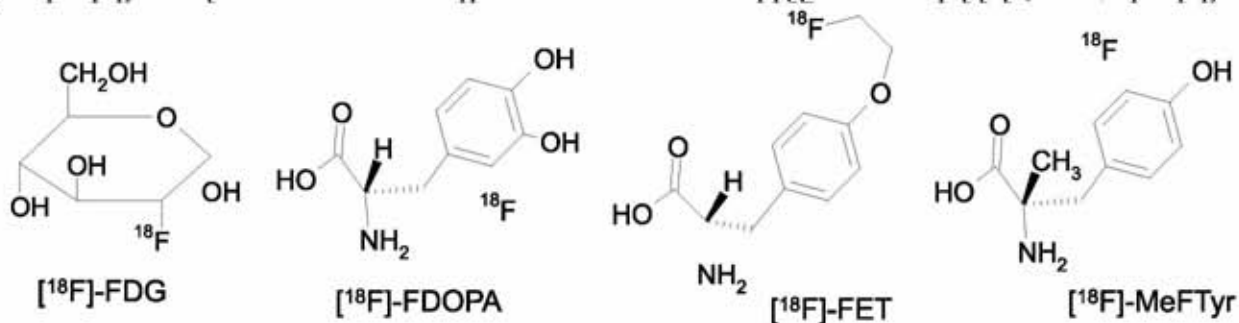
կապես սրտային, բարձր ճնշման (հիպերտոնիա), գլխուղեղի քաղցկեղային և այլ հիվանդությունների ՊԱՇ-ախտորոշման գործընթացներում, ներառյալ զարգացման ամենավաղ փուլում չարորակ նորագոյացումները:

Ինչպես ցույց են տվել ֆրանսիացի գիտնականների հետազոտությունները, ռադիոնշակիր ամինաթթուներն առավել արագ և մեծ քանակով ներդրվում են հիվանդ և վնասված բջջապատերով քաղցկեղային և այլ բջիջներում, քան առողջ բջիջներում: Սակայն ներդրվելով բջջում դրանք չեն մասնակցում սպիտակուցի հետագա սինթեզին, քանի որ չունեն սեփական փ-ՌՆԹ, ուստի կուտակվում են բջջում: Արդյունքում քաղցկեղային բջիջներում առաջանում են պոզիտրոնային կուտակումներ, որոնք անմիջապես արձանագրում են ՊԱՇ-տեսածրիչը

(պոզիտրոն արձանագրող սարք)՝ հստակորեն բացահայտելով քաղցկեղային նորագոյացումների (կամ բջջային կուտակումների) դիրքերը և դրանց տարածվածության աստիճանը: Նկ. 4-ում բերված է գլխուղեղի քաղցկեղային նորագոյացման համակարգչային շերտագրման (ՀՇ) և ՊԱՇ մի քանի նկար:

Ներկայում ստացված են մի շարք ^{18}F նշակիր ամինաթթուներ, որոնք՝ որպես ռադիոտեղափոխապատրաստուկներ, հաջողությամբ կիրառվում են տարբեր հիվանդությունների ՊԱՇ-ախտորոշման գործընթացներում: Դրանցից են ^{18}F նշակիր (S)-ֆտորդեզօքսիպյուկոզը (^{18}F -FDG), (S)-ֆտորդիօքսիֆենիլալանինը (^{18}F -FDOPA), (S)-ֆտորէթիլթիրոզինը (^{18}F -FET), (S)-3-ֆտոր- α -մեթիլթիրոզինը (^{18}F -MeTyr) և այլն (Նկ. 5):

Պարզվել է նաև, որ արդյու-



Նկար 5. ^{18}F իզոտոպով նշագրված որոշ ամինաթթուների բանաձևեր



նավեա ՊԱՀ-ախտորոշման համար կարևոր է նաև ռադիոդեղապատրաստուկի էնանտիոմերային մաքրության աստիճանը: ^{18}F նշակիր ամինաթթուների օրինակով ցույց է տրվել, որ ռադիոպատրաստուկի կազմում ակտիվ ամինաթթվի օպտիկական հակաիզոմերի մինչև 5% պարունակությունը ՊԱՀ-պատկերում առաջացնում է անբարենպաստ լրացուցիչ ֆոն՝ խանգարելով արդյունավետ ախտորոշմանը:

Անհրաժեշտ է նշել, որ վերը նշված գրեթե բոլոր բնագավառներում (բժշկություն, դեղագործություն, ՊԱՀ-ախտորոշում և այլն) քիրալային մոլեկուլները, այդ թվում նաև ամինաթթուները, պիտանի են կիրառության համար միայն էնանտիոմերապես մաքուր իզոմերների տեսքով: Հետևաբար՝ դրանց արտադրության

համար այսօր հրատապ է այնպիսի մեթոդների ստեղծումը, որոնք կապահովեն վերջնական արգասիքների բարձր օպտիկական մաքրություն:

Այս խնդիրը վաղուց լուծված է սպիտակուցային ամինաթթուների և այլ բնական կենսամոլեկուլների (մետաբոլիտներ) համար, սակայն այն առ այսօր մնում է դեռևս չլուծված օրգանիզմի համար օտարածին քիրալային միացությունների արտադրության համար, ինչպիսիք են, օրինակ, ոչ սպիտակուցային ամինաթթուներն ու դրանցից կազմված պեպտիդային և այլ կառուցվածքով կենսապատրաստուկները: Աշխարհի տարբեր երկրներում իրականացվում են սպիտակուցային ամինաթթուների բազմատոննաժ արտադրություններ՝ հիմնված մանրէատին

և էնզիմային մեթոդների վրա, և այս բնագավառում մենաշնորհատերը (մոնոպոլիստ) ճապոնական «Ajinomoto» ընկերությունն է: Հայաստանի Հանրապետությունում այս ուղղությունը հաջողությամբ զարգացվում է ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» գիտաարտադրական կենտրոնում, որտեղ գենետիկական սելեկցիայի և գենային ճարտարագիտության մեթոդներով ստացվել են մի շարք սպիտակուցային ամինաթթուների ակտիվ շտամ-արտադրիչներ և մշակվել են դրանց արտադրական կենսատեխնոլոգիաներ (*պրոլին, ալանին, վալին, արգինին, հիդրիդին, սերին, օրնիպրին*):

Ցավոք, հիմնանյութերի (սուբստրատներ) ոչ բնական կառուցվածքի պատճառով ամինաթթուների ստացման

ավանդական մանրէարանական և էնզիմային մեթոդները կիրառելի չեն ոչ սպիտակուցային ամինաթթուների սինթեզի գործընթացներում: Իսկ դասական բիմիական սինթեզն արդյունքում ապահովում է միայն օպտիկապես ոչ ակտիվ ռացեմատ խառնուրդների առաջացումը, որոնց բաժանումն օպտիկապես ակտիվ իզոմերների նույնպես դժվարացված է հիմնանյութերի ոչ բնական կառուցվածքի պատճառով:

Հետևաբար՝ օրգանիզմի ֆերմենտային համակարգի համար օտար քիրալային միացությունների արտադրության նպատակով անհրաժեշտ է կիրառել առանձնահատուկ մոտեցումներ: Նման մոտեցում է ասիմետրիկ սինթեզի ուղղությունը, որը, սկսած 1980-ական թվականներից, ուժգնորեն ներդրվում է քիրալային կենսամոլեկուլների արտադրության մեջ:

Ասիմետրիկ է կոչվում այն սինթեզը, որի ընթացքում քիրալային մոլեկուլի էնանտիոմերներից կամ դիաստերեոմերներից, այսինքն՝ օպտիկական իզոմերներից որևէ մեկն առաջանում է ավելցուկով: Արգասիք-խառնուրդում օպտիկական իզոմերներից որևէ մեկի նույնիսկ 1% ավելցուկի դեպքում (օրինակ՝ երբ $L/D = 50,5/49,5\%$) սինթեզը համարվում է ասիմետրիկ, այն կարող է լինել էնզիմային կամ քիմիական: Ասիմետրիկ սինթեզը բնութագրվում է ասիմետրիկ ելքով, որն այլ կերպ կոչվում է հիմնական արգասիք – իզոմերի էնանտիոմերային ավելցուկ (ee), սինթեզի տարածական ընտրողականություն կամ սինթեզի օպտիկական ելք: Նշենք, որ օրգանիզմում ֆերմենտների

ազդեցությամբ տեղի է ունենում L-ամինաթթուների ասիմետրիկ սինթեզ 100% ասիմետրիկ ելքով:

Ասիմետրիկ սինթեզ կարող է ընթանալ ինչպես նոր քիրալային կենտրոնի մակածմամբ, որը տեղի է ունենում, օրինակ, երբ նախաքիրալային մոլեկուլը կամ նրա մնացորդը սինթեզի ընթացքում վերածվում է քիրալային մոլեկուլի, այնպես էլ ելային քիրալային կենտրոնի փոփոխմամբ, օրինակ, երբ փոխվում են ասիմետրիկ ածխածնի ատոմը շրջապատող տեղակալիչները: Մինթեզի ասիմետրիկ ընթացքը կարող է պայմանավորված լինել ինչպես տարածական, այնպես էլ տարածաէլեկտրոնային գործոններով:

Սկզբնական շրջանում ասիմետրիկ սինթեզը համարվում էր արտասովոր երևույթ, և այն օգտագործվում էր հիմնարար նպատակով՝ օրգանիզմում ընթացող տարբեր կենսածին փոխարկումների մեխանիզմների բացահայտման և կրկնօրինակման համար: Ներկայում ասիմետրիկ սինթեզը հաջողությամբ ներդրվում է արտադրության մեջ, և այսօր մի շարք կարևոր քիրալային դեղապատրաստուկներ արտադրվում են ասիմետրիկ սինթեզի եղանակով: Իրականում կենսապատրաստուկների արտադրական պրակտիկայում ասիմետրիկ սինթեզը լրացնում է այն բացը, որն ի գործ է լուծելու կենսատեխնոլոգիան: Խոսքը վերաբերում է օրգանիզմի համար օտարածին քիրալային կենսամոլեկուլների արտադրությանը, որը հնարավոր չէ իրականացնել մանրէարանական և էնզիմային մեթոդների կիրառմամբ:

Այսօր ասիմետրիկ սինթեզի ուղղությունը հանրաճանաչ

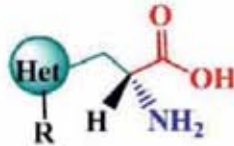
դեղագործական ընկերությունների ուշադրության կենտրոնում է: Ակնհայտ է, որ կենսաբանորեն և դեղաբանորեն ակտիվ քիրալային միացությունների արտադրական գործընթացներում հզոր կենսատեխնոլոգիական մեթոդների հետ մրցունակ են հիմնականում ասիմետրիկ սինթեզի մեթոդները, իսկ ոչ բնական կառուցվածքով դեղապատրաստուկների արտադրության բնագավառում այն համարվում է միակ արդյունավետ ուղղությունը:

Օգտագործվող քիրալային հարուցիչի (ինդուկտոր) քանակությունից կախված, ասիմետրիկ սինթեզը կարող է լինել ստեխիոմետրիկ կամ կատալիտիկ: Ստեխիոմետրիկ ասիմետրիկ սինթեզի ռեակցիաներում քիրալային հարուցիչն օգտագործվում է հիմնանյութի հետ հավասար (1:1) քանակությամբ, իսկ կատալիտիկ ասիմետրիկ սինթեզում կատալիտիկ քանակությամբ (հիմնանյութի մոլային քանակության 1/(100-1000) քանակով):

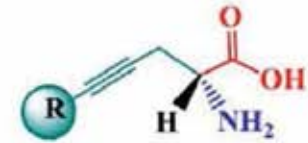
Ասիմետրիկ սինթեզի ուղղությամբ միջազգային գիտական հանրությանը հայտնի են հանրաճանաչ գիտական լամբեր, որոնք լուրջ ներդրումներ ունեն այս ուղղության զարգացման գործում: Օգտագործելով տարաբնույթ քիրալային կատալիզատորներ և օժանդակ ռեագենտներ՝ դրանք զբաղվում են զանազան քիրալային միացությունների ասիմետրիկ սինթեզով: Դրանցից հիշատակության են արժանի Հ. Կագանի, Ու. Շոլկոպֆի, Դ. Ջեներալիսի, Ա. Էվանսի, Վ. Օպոլզերի, Կ. Նախերայի, Մ. Նորթի, Յու. Բելոկոնի աշխատանքները: Որոշ մշակումներ այսօր ներդրված են



ալիֆատիկ և արոմատիկ ամինաթթուներ



հետերոցիկլիկ ամինաթթուներ



չհագեցած ամինաթթուներ

R= ալկիլ, արիլ, հետերոցիկլ

Նկար 6. Սինթեզված ոչ սպիտակուցային ամինաթթուների ընդհանուր բանաձևեր

արդյունաբերության մեջ, և արտադրվում են դեղարարներն ակտիվ կենսապատրաստուկներ, որոնց ստացումը կենսատեխնոլոգիական եղանակով արդյունավետ չէ:

Ասիմետրիկ սինթեզի ուղղությունը, սկսած 1990 թ-ից, հաջողությամբ զարգացվում է նաև Հայաստանի Հանրապետությունում: Երկու գիտական խմբեր՝ ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիան գիտաարտադրական կենտրոնը և Երևանի պետական համալսարանը, զբաղվում են ոչ սպիտակուցային ամինաթթուների և դրանցից կազմված պեպտիդների ստացման խնդիրներով: Մշակվել են կողքային ռադիկալում տարբեր բնույթի ալիֆատիկ, արոմատիկ և հետերոցիկլիկ տեղակալիչներ պարունակող α -ամինաթթուների բարձրարժեքային ասիմետրիկ սինթեզի մեթոդներ, և սինթեզվել են 150-ից ավելի նոր, գրականության մեջ չնկարագրված էնանտիոմերապես մաքուր ոչ սպիտակուցային (S)- և (R)- α -ամինաթթուներ:

Ներկայում առավել արդիական են կողքային ռադիկալում չհագեցած կապեր պարունակող օպտիկապես ակտիվ ամինաթթուները, որոնք կարելի է համարել նոր սերնդի ոչ սպիտակուցային ամինաթթու-

ներ: Դրանք՝ որպես մետաղապրոտեազների, անգիոտենզին-կոնվերտացնող և այլ կարևոր ֆերմենտների ակտիվ արգելակիչներ, *Procter & Camble Pharmaceuticals*, *Novartis Pharmaceuticals* և այլ հանրաճանաչ դեղագործական ընկերությունների ուշադրության կենտրոնում են: Սակայն, կարևորությամբ հանդերձ, հայտնի չհագեցած ամինաթթուների տեսականին խիստ սահմանափակ է. դրանք հիմնականում անջատվում են սնկերից: Իսկ ինչ վերաբերում է չհագեցած ամինաթթուների սինթետիկ նմանակներին, գրականության մեջ նկարագրված են մի քանի նման միացություններ, այն էլ ոչ ակտիվ ռացեմատ խառնուրդների տեսքով:

Վերջերս մեզ հաջողվել է Սոնոգաշիրայի, Հեկի և Գլազերի համակցման ռեակցիաների կիրառմամբ մշակել չհագեցած ամինաթթուների սինթեզի ունիվերսալ մեթոդ, որի օգնությամբ սինթեզվել են կողքային ռադիկալում տարբեր բնույթի չհագեցած կապերով (ացետիլենային, ալիլային և այլն) ալիֆատիկ, արոմատիկ և հետերոցիկլիկ խմբեր պարունակող էնանտիոմերապես հարստացված ավելի քան 20 նոր α -ամինաթթուներ: Սինթեզված նմուշները ներկայում հետազոտվում են ՌԴ և Գեր-

մանիայի որոշ գիտական կենտրոններում: Սինթեզված ոչ սպիտակուցային ամինաթթուների ընդհանուր բանաձևերը բերված են նկար 6-ում:

Արձանագրված տվյալների հիման վրա մշակվել է օպտիկապես ակտիվ ոչ սպիտակուցային ամինաթթուների արդյունավետ փոքրածավալ արտադրական տեխնոլոգիա, որն ունի մի շարք կարևոր տեխնոլոգիական առավելություններ.

- **ունիվերսալություն.** տեխնոլոգիան հնարավորություն է տալիս միննույն տեխնոլոգիական սխեմայով և միևնույն հիմնական ելային հումքի ու քիրալային հարուցիչի կիրառմամբ ստանալու զանազան ոչ սպիտակուցային ամինաթթուներ,

- **բարձր ընտրողականություն.** հիմնական արգասիքի էնանտիոմերային ավելցուկը միջինացված տվյալներով գերազանցում է 90%-ը, որը հնարավորություն է տալիս ընդամենը մեկ բյուրեղացմամբ ստանալու 99%-ից բարձր օպտիկական մաքրությամբ նպատակային ամինաթթու,

- **քիրալային հարուցիչ ռեզկներացում.** յուրաքանչյուր սինթեզից հետո ելային քիրալային նյութը վերականգնվում է բանական քիմիական ելքով և ելային օպտիկական

ակտիվության ամրոջական պահպանմամբ, որը հնարավորություն է տալիս այն բազմիցս օգտագործելու ասիմետրիկ սինթեզի ռեակցիաներում,

• շահավետություն.

տեխնոլոգիան մատչելի և էժան հումքից կարևոր և թանկարժեք ոչ սպիտակուցային ամինաթթուներ սինթեզելու հնարավորություն է տալիս: Հիմնական ելային հումքը բնական գլիցին ամինաթթուն է, որի 1 կգ-ի գինը համարժեք է 10 ԱՄՆ դոլարին, այն դեպքում, երբ արգասիքի, այսինքն՝ սինթեզված օպտիկապես մաքուր, ոչ սպիտակուցային ամինաթթուների շուկայական գները տատանվում են 150-450 ԱՄՆ դոլարի սահմաններում:

Մշակված տեխնոլոգիան իր տեխնոլոգիական մատչելիությամբ և պարզությամբ տվյալ բնագավառում է աշխարհում լավագույնն է, և այն այսօր կիրառվում է մի շարք արտերկրյա հետազոտական և դեղատաղրող կենտրոններում (ՉժՀ, ՌԴ, Գերմանիա, Լատվիա և այլն):

Մշակված մեթոդների հիման վրա ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» ԳԱԿ-ի փորձարտադրական կայանում կազմակերպվել է օպտիկապես ակտիվ ոչ սպիտակուցային ամինաթթուների փոքրածավալ արտադրություն:

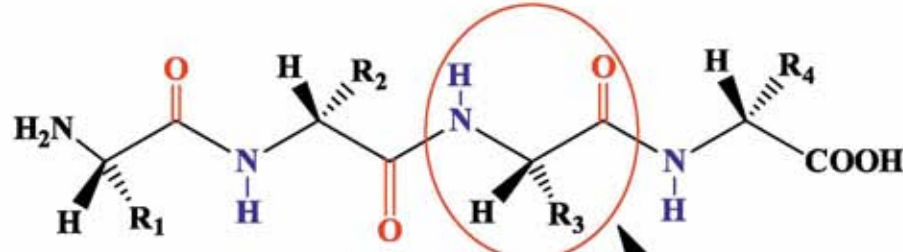
Ներկայում պարբերաբար արտադրվում են շուրջ 15 անվանումով ոչ սպիտակուցային ամինաթթուներ, որոնք իրացվում են եվրոպական շուկայում: Դրանց հիմնական պատվիրատուներն են բելգիական ACROS Organics, գերմանական IRIS Biotech GMB և լատվիական FNG Invest ընկերությունները:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ դեղագործության և բժշկության ոլորտներում ամինաթթուները կիրառվում են հիմնականում պեպտիդների տեսքով, զուգահեռաբար իրականացվել են հետազոտություններ սինթեզված ոչ սպիտակուցային ամինաթթուները պեպտիդների կառուցվածքի մեջ ներդնելու ուղղությամբ: Այդ նպատակով կիրառվել են պեպտիդային սինթեզի դասական մեթոդները, որոնց օգնությամբ սինթեզվել են 40-ից ավելի նոր, ոչ սպիտակուցային ամինաթթուներ պարունակող պեպտիդներ: Դրանց ընդհանուր բանաձևը ներկայացված է նկար 7-ում:

Միաժամանակ հետազոտվել են սինթեզված նոր ամինաթթուների և պեպտիդների բժշկակենսաբանական հատկությունները: Պրոտեազ ֆերմենտների (տրիպսին, պրոտեինազ K և այլն) ազդեցության ուժեղ արգելակիչ ակտիվու-

թյուն է հայտնաբերվել α -հիդրօքսիլեյցինի օպտիկական իզոմերների և դրանցից կազմված պեպտիդների դեպքում, որը վկայում է այն մասին, որ այդ միացությունները կարող են կիրառվել նոր պոստնեյիալ հակավիրուսային դեղապատրաստուկների ստացման գործընթացներում: Բացի դրանից, ուժեղ բազմացումային (պրոլիֆերատիվ) ակտիվություն է բացահայտվել որոշ հետերոցիկլիկ տեղակալված ոչ սպիտակուցային ամինաթթուների և դրանցից կազմված պեպտիդների մոտ, օրինակ՝ կողքային ռադիկալում տեղակալված տրիազոլային օղակ պարունակող ալանինի և ցիստեինի նմանակների դեպքում: Դրանք կարող են կիրառություն գտնել նոր հակառեպրեսիվ դեղապատրաստուկների ստացման գործընթացներում:

Անշուշտ, կենսատեխնոլոգիան՝ որպես կյանքի մասին գիտություն, XXI դարում իր ուրույն խոսքը կասի գիտության ու տեխնիկայի զարգացման տարբեր էտապներում և անգնահատելի դերակատարություն կունենա դեղագործության, բժշկագիտության, գյուղատնտեսության, սննդարդյունաբերության և տնտեսության այլ ոլորտներում:



ոչ սպիտակուցային ամինաթթվային մնացորդ

Նկար 7. Սինթեզված ոչ սպիտակուցային ամինաթթու պարունակող պեպտիդների ընդհանուր բանաձևը



ՀԱԴԻՐՈՆԱՅԻՆ ՄԵԾ ԿՈՆԱՅԴԵՐՆ ՍԿՍԵԼ Է ԱՇԽԱՏԵԼ 13 ՏՐԻԼԻՈՆ ԷԼԵԿՏՐՈՆԿՈՆՏ ՌԵԿՈՐԴԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅՈՎ*

Միջուկային հետազոտությունների եվրոպական կենտրոնում՝ Ցեռն-ում, գրեթե երեքամյա արդիականացումից հետո վերջապես գործարկվել է Հադրոնային մեծ կոլայդերը (ՀՄԿ): Կոլայդերի հզորությունը մեծացվել է շուրջ 2 անգամ՝ 8 տրիլիոնից մինչև 13 տրիլիոն էլեկտրոնվոլտ: Սա համաշխարհային ռեկորդ է, որի արժանիքը սակայն միայն դա չէ:



համար, իսկ ֆիզիկական հետազոտությունները կկատարվեն 2016-2018 թթ.:

ՀՄԿ-ն կառուցվել է 2008 թ. Ֆրանսիայի և Շվեյցարիայի սահմանին, 100 մ խորությունում: Այն իրենից ներկայացնում է 27 կմ երկարությամբ օղակաձև թունել, որտեղ տեղադրված է լիցքավորված մասնիկների արագարար՝ հսկայական խողովակի տեսքով: Հետազոտության ընթացքում նրա ներսում տարբեր ուղղություններով արձակվում են պրոտոնների փնջեր, որոնք արագացվում են մինչև հսկայական՝ լույսի արագությանը մոտ արագություններ, որից հետո դրանց մի մասի միմյանց րախվելու արդյունքում պետք

հայտնաբերել, այսպես կոչված, գերհամաչափ մասնիկներ՝ գլյուինոներ: Եթե դրանք ի հայտ գան կոլայդերում, ապա առաջին անգամ կհաստատվի «նյութ նյութի» գոյությունը, որը տեսականորեն կանխագուշակել են գիտնականները:

2008-2012 թթ.՝ կոլայդերի աշխատանքի առաջին փուլում, գիտնականները Ստանդարտ մոդելի շրջանակներում ստացել են Հիգսի բոզոնի՝ տասնյակ տարիներ առաջ կանխագուշակված տարրական մասնիկի գոյության ապացույցը:



Նոր էներգիայով աշխատող կոլայդերի վերագործարկումից հետո գիտնականները ծրագրում են առաջին անգամ

Սակայն մոտ ժամանակներում նրանք հայտնագործություններ չեն սպասում և ասում են, որ 2015 թվականն օգտագործվելու է արդիականացված մեքենան լիովին հասկանալու

է ծնվեն տարրական նոր մասնիկներ: Կոլայդերը նախատեսված է նյութի էության և ֆիզիկայի հիմնարար օրենքների մասին սկզբունքորեն նոր տվյալներ ստանալու համար:

* <http://www.newsru.com/world/03jun2015/cern.html>

ՏԵՄՆԵԼ ԵՎ ՃԱՆԱԶԵԼ ԱՇԽԱՐՀԸ



ԷԴՈՒԱՐԴ ՅԱՎՐՈՒՅԱՆ

Հայ-ռուսական համալսարանի պրոֆեսոր,
ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության բան-
գարանի տնօրեն,
կենսաբանական գիտությունների
դոկտոր, պրոֆեսոր

Աչքը մարդու և կենդանիների ամենաբարդ և նուրբ օրգաններից մեկն է: Գիտնականներն ապացուցել են, որ մարդն արտաքին միջավայրի մասին տեղեկատվության 80%-ից ավելին ստանում է տեսողության միջոցով: Տեսողությունն ունի չափազանց կարևոր դեր նաև կենդանիների կյանքում: Աչքի միջոցով է, որ մարդը և կենդանիները տեսնում են այն ամենը, ինչը շրջապատում է նրանց, ճանաչում և գնահատում են

բնության բազմապիստությունը, երևույթները, առարկայի չափերը, գույները և այլ բնութագրեր:

Մարդու և կենդանիների աչքերը տարբերվում են ոչ միայն իրենց գույնով, չափերով, ձևով և տեսողության առանձնահատկություններով, այլև տեղադրմամբ: Այսպես՝ մարդու և որոշ կենդանիների աչքերը գանգի ակնախոռոչներում տեղադրված են այնպես, որ նրանց աչքերի տեսողության առանցքները զուգահեռ են իրար: Իսկ որոշ կենդանիների աչքերի տեսողության առանցքները միմյանց հետ որոշակի անկյուն են կազմում: Օրինակ՝ առյուծի և կատվի աչքերի տեսողության առանցքները կազմում են 18° անկյուն, շան աչքերը՝ 50°, այծյամինը՝ 100°, ընձուղտինը՝ 140°, նապաստակինն ու ճագարինը՝ 170°: Տեսողության առանցքների ոչ զուգահեռությամբ պայմանավորված՝ մարդու տեսադաշտը 160° է, շանը՝ 250°, իսկ տարածական տեսողությունը, համապատասխանաբար, 120° և 90° է:

Յամաբային կենդանատեսակներից ամենամեծ աչքերն ունեն ձիերը և ջայլամները



(նրանց աչքի խնձորակի չափը մոտ 51 մմ է), սակայն դրանք չեն առանձնանում տեսողության սրությամբ:

Առավել զարմանալի տեսողություն բնությունը պարզևել է նապաստակներին և ճագարներին, որոնք կարողանում են առանց գլուխը պտտելու դիտարկել ամբողջ շրջապատը (տես նկարը): Սակայն դրանց տարածական տեսողությունն ընդամենը 30° է, երբ նայում են առաջ, և 9°, երբ նայում են հետ:





Այս կենդանիները հետաքրքիր են նրանով, որ հետապնդողից փախչելիս կարող են միայն հետ նայել, ուստի երբեմն ընկնում են առջևում դարանակալած գիշատչի ճանկերը: Նապաստակի «շղիկ» մականունը հենց այսպես տեսնելու «շնորհքի» հաստատումն է:

Մարդու աչքը կարող է ընկալել լույսի աղբյուրի 18-ից ոչ ավել թարթում մեկ վայրկյանում: Դրանից մեծ թվով թարթումները ձուլվում և դառնում են մեկ ընդհանուր պատկեր:

Այնինչ որոշ կենդանիներ, օրինակ՝ թռչունները և միջատները, կարող են ընկալել մինչև 200 թարթում վայրկյանում:

Փոկերը և դելֆինները հավասարապես լավ են տեսնում ինչպես ջրում, այնպես էլ ցա-



մարում, իսկ շատ ձկներ կարճատես են:

Այլ է գորտերի և դողոշների տեսողությունը: Դրանց աչքերը հանգստի պահին լավ են տեսնում հեռավոր առարկաները, իսկ երբ «գննում» են մոտակա իրը (կենդանուն), աչքի ոսպնյակը տեղաշարժվում է առաջ, և դրանք կարողանում են տարբերել միայն շարժվող առարկաները (որդեր, բզեզներ, ճանձեր, թիթեռներ և այլն): Ջոհր հայտնաբերելիս գորտը բացում է բերանը, դուրս է նետում լեզուն և բռնում ու կուլ է տալիս զոհին՝ այս ամենը կատարելով 1/15-րդական վայրկյանում:

Երկկենցաղներով սնվող սողունները (օրինակ՝ օձերը), «իմանալով» գորտերի այդ սովորության մասին, բացում են բերանը և շարժում լեզուն: Այն ընդունելով որդի կամ միջատի տեղ՝ գորտը նետվում է առաջ և հայտնվում օձի բերանում:

Բնությունն էվոլյուցիայի ընթացքում ստեղծել է բազմապիսի պայմանների հարմարված կենդանատեսակներ: Առաջացել են ցերեկային, մթնշաղային և գիշերային կյանք վարողներ և այդ պայմաններին համապատասխան տեսողություն ձեռք բերած տեսակներ:

Եթե օրվա լուսավոր ժամերին ակտիվ են ձմձողկազգի թռչուններից շատերը, որոշ մկնաման կրծողները, դրանցով սնվող գիշատիչ թռչունները և գազանները, ապա մթնշաղա-գիշերային ժամերին թռչուններից ակտիվանում են բվերը, մնացած կենդանատեսակներից՝ դողոշները, ոգնիները, որոշ օձեր, գորշուկը, շատ կատվազգիներ, միջատներից՝ որոշ բզեզներ, թիթեռներ, երկթևանիներ, հատվածոտանիներից՝ կա-

րիձները, մորմերը և, իհարկե, շատ թրթուրներ և որդեր:

Ընտանի այծերն իրենց նախնիների նման, ունենալով համեմատաբար լավ տեսողություն՝ միշտ առաջնորդում են կարճատես ոչխարների հոտը: Հետազոտություններից պարզվել է, որ ընտանի ոչխարների տեսողությունը երկարատև ընտրության հետևանքով այնքան է թուլացել, որ դրանք կարիք ունեն կրելու -6,27 դիոպտրա ապակիներով ակնոց:



Սուր տեսողություն ունեն ծովային գլխոտանի փափկամարմիններից ութնոտանին և կաղամարը: Ի տարբերություն կաթնասունների աչքերի՝ սրանց աչքի ոսպնյակը կլոր է և կարող է տեղաշարժվել և պտտվել իր առանցքի շուրջը: Դրա հետևանքով այս գլխոտանիները կարող են գննել շրջապատը՝ չշարժելով աչքի խնձորակը և չպտտելով գլուխը: Ի դեպ, հաճախ այս կենդանիների ձախ աչքը չորս անգամ մեծ է, քան աչքը, որը հարմարվել է ծովի հատակը դիտարկելուն, իսկ փոքրը գննում է ծովի մակերևույթը:

Հայտնի է, որ թռչունների զգայարաններից առավել լավ զարգացած են տեսողությունը



և լսողությունը: Նապաստակների նման սրանցից շատերը (կտցարներ, այծկիթ և այլն) աչքերի հատուկ տեղադրման շնորհիվ կարող են տեսնել ամբողջ շրջապատը:

Չափազանց սուր է ցերեկային շատ գիշատիչ թռչունների տեսողությունը: Այսպես, չափերով ոչ մեծ բազեն մեկ կիլոմետրից ավելի բարձրությունից տեսնում է գետնին շարժվող մկանր, թռչնակին և նույնիսկ միջատին և կարող է ցած նետվել ու որսալ դրանց: Շատ արծիվներ և անգղեր իրենց գոհին կամ նրա դին կարող են նկատել 2 կիլոմետր և ավելի բարձրությունից:

Գիշատիչ թռչունների վարքը հետաքրքիր է նաև նրանով, որ, բացի իրենց շրջապատը զննելուց, դրանք միաժամանակ հետևում են հարևանների թռիչքին: Եթե նրանցից մեկը, տեսնելով լեշը, նետվում է ցած, մնացածները, նույնիսկ չտեսնելով դիակը, հետևում են հարևանի վարքին և, որպես կանոն, չեն սխալվում:

Չվող թռչնատեսակների տեսողությունը կարևոր դեր է

խաղում ոչ միայն օրվա լուսավոր ժամերին, երբ ներքևում կարելի է կողմնորոշվել տեղանքի անհարթությունների միջոցով, այլև գիշերը՝ աստղերի օգնությամբ:

Ծնվելու առաջին իսկ րոպեներին կենդանու (տորածնի) տեսադաշտում հայտնված էակը դառնում է ամենահարագատը՝ շատ դեպքերում փոխարինելով այդ ժամանակ տարրեր պատճառներով բացակա ծնողներին:

Կենդանիների վարքագծով գրադվող գիտնականները՝ վարքաբանները (էթոլոգ), պարզել են, որ ամեն մի վայրի կենդանատեսակ ունի աշխարհը ճանաչելու երեք աղբյուր՝ նախնիների փորձը, ծնողների օրինակը և անձնական փորձը, որոնք առնչվում են տեսողությանը:

Սկզբում այն ամենը, ինչն անծանոթ է և երևան է գալիս առաջին անգամ, դառնում է հետազոտման առարկա և զննման օբյեկտ, որն, անկասկած, հիմնականում կատարվում է տեսողության օգնությամբ: Հաճախ այստեղ գործում են տեսողական բազմապիսի ազդակներ, ցուցադրամիջոցներ՝ բաց երախ, ժանիքներ, սևեռուն հայացք, կնճռոտված մոուրթ, պոչի, ականջների, գլխի կամ մարմի դիրք և այլն:

Հայացքը որոշ դեպքերում կարող է նշանակել մարտահրավեր կամ, ընդհակառակը՝ հնազանդում, համերաշխություն:

Երբեմն պոտենցիալ գոհի (օրինակ՝ խոճկորի) անսպասելի աղմկոտ և ագրեսիվ վարքը, սևեռուն հայացքը կարող են հզոր գիշատչին ստիպել

շփոթված կանգնել և նույնիսկ նահանջել:

Բնության մեջ գործում է չգրված օրենք՝ «Ուզում ես ուտել կամ հաղթել թշնամուդ՝ եղիր ուշադիր և միշտ զգոն: Նկատիր այն ամենը, որ կատարվում է շրջապատում, այլապես կփոխվեն դերերը: Աչքը տրված ամեն ինչ ժամանակին տեսնելու համար»:

Այսպիսով՝ կյանքի ամենամեծ բարիքներից մեկը աշխարհի հետ հաղորդակցվելու և աշխարհը տեսնելու հնարավորությունն է: Իսկ երբ այդ ամենը լինում է ամենատարբերանգներով, կյանքը դառնում է առավել բովանդակալից, հետաքրքիր և լիարժեք:

Մարդը տեսողությամբ ընկալում է սպեկտրի մանուշակագույն և կարմիր գույների միջև լույսը: Այդպիսի տեսողությունն անվանում են եռագույն, քանի որ այն ձև-



ավորվում է երեք հիմնական գույների՝ կարմիրի, կապույտի և կանաչի բազմապիսի գույնազանգույններից: Պարզվում է, որ նույնիսկ այս հարաբերությունների դեպքում, մարդու աչքը տարբերում է 17000-ից ավելի գունային երանգներ: Նշենք, որ երանգների բազմապիսությունը 100 միլիոնից ավելին է, իսկ սպեկտրի միայն կարմիր մասում երանգների թիվը շուրջ 8 միլիոն է:

Տարբեր կենդանիներ, կախված կանաչի և շրջակա միջավայրի թելադրանքից, գույները տեսնում և տարբերում են ըստ հազեցվածության:

Այսպես՝ թռչունները հոյակապ տեսնում և տարբերում են իրենց ձագերի բերանի գույնը հիշեցնող դեղինի և վարդագույնի երանգները: Աղափսիները լավ տեսնում և տարբերում են կապույտի երանգները: Հավերք, արյուրները և մյուս շատ թռչուններ տեսնում և ըստ փետրածածկի գույների կամ կատարի կարմրության «եզրակացնում» են, թե ինչպիսի վիճակում է դիմացինը:

Կկուն ոչ միայն լավ գունավոր տեսողություն ունի, այլև կարողանում է տարբերել բներում ձվերի նախշերը:

Չնայած իր հոյակապ տեսողությանը՝ ութտանի գլխտանի փափկամարմինն ամեն ինչ տեսնում է սև ու սպիտակ՝ նրա տեսողությունը գունավոր չէ: Ներկայումս ընդունված է, որ շները և, ընդհանրապես, շնագզիներն ամեն ինչ տեսնում են սև ու սպիտակ կամ թույլ մոխրադարչնագույն երանգներով:

Կատունները, սպեկտրի յոթ հիմնական գույներից բացի, տարբերում են մոխրա-



գույնի 25 երանգ, որովհետև դա նրանց գոհերի հիմնական գույնն է:

Փղերը չեն սիրում իրենց ոսկորների գույնը հիշեցնող սպիտակ գույնը: Դա է պատճառը, որ Հնդկաստանում ճանապարհի արգելապատնեշների քարերը ներկում են այլ գույներով:

Վաղուց հայտնի է, որ կովերը և ցլերը չեն տարբերում գույները: Իսկ ցլամարտում օգտագործվող ալ կարմիր լաթն ընդամենը հանդիսատեսին հրապուրելու համար է:

Այս ամենից բացի՝ կենդանիները հիմնալի տարբերում են լույսի ուժգնությունը և նրա հնարավորությունները:

Բոլոր կենդանիներին գրավում են լույսի տարաբնույթ աղբյուրները, այդ թվում կրակը՝ արևից հետո երկրի վրա լույսի և ջերմության ամենահզոր աղբյուրը:

Նույնիսկ այս ոչ ծավալուն ներկայացումից ընթերցողին պարզ է դառնում, որ կենդանիների և մարդու տեսողությունը, լինի այն արտահայտված կարճատեսությանը թե

հեռատեսությամբ, արքունատիկ թե գունավոր կամ սոգաիկ (ինչպես օրինակ՝ միջատների) պատկերարկալման եղանակով, ծառայում է հետևյալ կարևոր նպատակին՝ միջավայրի հետ անմիջական ծանոթանալու, սնունդ հայթայթելու, գուզընկեր գտնելու, բարեկամին թշնամուց կամ մրցակցից տարբերելու, քողարկվելու, այսինքն՝ շրջապատում ավելի արդյունավետ գոյատևելու համար:

Գիտնականներին վաղուց հետաքրքրում են աչքի կառուցվածքը, նրա առանձնահատկությունները՝ առանձնացնելով և հատուկ ընդգծելով կենդանի էակի կյանքում այս օրգանի դերը մնացած զգայաբանների շարքում:

Կենդանական աշխարհի ներկայացուցիչների, այդ թվում նաև մարդու կյանքում այս բարդ և անփոխարինելի օրգանի կառուցվածքը կրկնօրինակելով՝ գիտնականները փորձում են պարզել մանրէների կազմության գաղտնիքները և թափանցել տիեզերքի հեռավոր անկյունները:

ՄԻԼԻՑԻՈՒՄԻՑ ԼԱՎԸ*



ՎԱՐՈՒՆ ՄԻՎԱՐԱՄ

ՀԵՆՐԻ ՄՆԵՅԹ

ՍԵՄՅՈՒԵԼ ՍԹՐԵՆՔ

Ճապոնական կիսամութ մի բարում մագիստրատուրայի ուսանող Մայրլ Լին անձեռոցիկի վրա հապճեպորեն գրանցում էր քիմիական բաղադրամասեր: Ավելի վաղ, այդ նույն օրը, Տոխոյի Իոկոհամայի համալսարանի մի աշխատակից մեծահոգաբար նրան էր հանձնել արևային տարրեր ստանալու իր նորարարական բաղադրատոմսը, որում, սովորական սիլիցիումի փոխարենն օգտագործվում էր պերովսկիտ նոր նյութը: Այդ տարրերի ՕԳԳ-ն չէր գերազանցում 3,8 %-ը, ուստի դրանց վրա ոչ ոք ուշադրություն չէր դարձրել, բայց Լիի համար սա դարձավ ոգևորության աղբյուր: Փաստեր հավաքելով՝ 2011 թ. նա վերադարձավ Օբս-ֆորդի համալսարանի Կլարեդոնի լաբորատորիա, որտեղ մենք երեսու աշխատում էինք, և ըստ այդ բաղադրատոմսի կատարեց մի շարք փորձեր: Այդ փորձերը հնարավորություն տվեցին առաջին անգամ պե-

րովսկիտե արևային տարրերի ՕԳԳ-ն բարձրացնելու 10 %-ից ավելի և առաջացրին նավթային տենդի պես մի բան էներգետիկայի ոլորտում, քանի որ ամբողջ աշխարհի գիտնականներն սկսեցին տենդագին փնտրել նոր եղանակներ՝ պերովսկիտե տարրերի ՕԳԳ-ն էլ ավելի բարձրացնելու համար:

Գրանցված վերջին ռեկորդը՝ 20,1 %-ը, ստացվել է Հարավային Կորեայի քիմիական տեխնոլոգիայի ինստիտուտում: Համեմատության համար նկատենք, որ տասնամյակներ շարունակ կատարվող հետազոտությունների ու մշակումների արդյունքում արևային սիլիցիումային տարրերի ՕԳԳ-ն հաջողվել է հասցնել մինչև գրեթե 25 %-ի: Իսկ պերովսկիտի հետազոտողները նպատակադրվել են գերազանցել այդ ցուցանիշը:

Պերովսկիտը հրապուրիչ է մի բանի պատճառով: Դրա բաղադրամասերը Երկրի վրա

բավական տարածված են, և գիտնականները կարող են հեշտությամբ ու առանց մեծ ծախսերի, ցածր ջերմաստիճանների պայմաններում դրանցից ստանալ բարակ, բարձրբյուրեղային կառուցվածքով թաղանթներ, ինչպես ստանում են բարձր ջերմաստիճանների և մեծ ծախսերի պայմաններում սիլիցիումային թաղանթները: Ի տարբերություն սիլիցիումային հաստ ու կոշտ թաղանթների՝ պերովսկիտե թաղանթները բարակ են ու ճկուն:

Սակայն սիլիցիումի տեղը գրավելու համար հարկավոր է հաղթահարել մի շարք լուրջ խոչընդոտներ: Պերովսկիտե արդի փորձնական նմուշների չափերը շատ փոքր են, և որպեսզի դրանք կարողանան մրցակցել արևային սիլիցիումային տարրերի հետ, այդ չափերը պետք է բազմակի անգամ մեծացնել: Բացի այդ՝ հարկավոր է շեշտակի բարձրացնել դրանց անվտանգությունը և երկարաձգել կայունությունը:

* В мире науки, N 8-9, 2015.



Անսպասելի ճանաչում սրագած պերովսկիտ հանքանյութը կարող է օգտագործվել ավելի էժան ու արդյունավետ արևային տարրեր (մարդկոցներ) ստեղծելու համար, քան սիլիցիումից պատրաստվածները:

Պայքար ՕԳԳ-ի համար

Այսօր արևային տարրերի ամենաբարձր ՕԳԳ-ն 25,6 % է: Ինչո՞ւ դրանք չեն կարող էլեկտրականության վերածել արևի լույսի ամբողջ էներգիան՝ 100 %-ը: Ինչո՞ւ են կարծում, որ արևային պերովսկիտե տարրերի ՕԳԳ-ն կարող է գերազանցել այդ մակարդակը:

Պատասխանը պետք է փնտրել էլեկտրոնի հատկություններում, որն անկանխատեսելի է և ընդունակ է գրգռվելու: Լույսի բացակայությամբ արևային տարրի նյութի էլեկտրոնները «կապված են» իրենց ատոմներին և էլեկտրական հոսանք չեն ստեղծում: Բայց տարրի վրա ընկնող արևի լույսը կարող է «ազատել» որոշ էլեկտրոններ: Լրացուցիչ էներգիա ստացած այդ «գրգռված» էլեկտրոնները թափառում են տարրի բյուրեղային ցանցում, մինչև որ լքեն այն՝ հասնելով էլեկտրոդին որպես հոսանքի կրողներ, կամ հանդիպեն խոչընդոտի, ընկնեն ծուղակ՝ սեփական էներգիան վերածելով անօգուտ ջերմության:

Որքան կատարյալ է բյուրեղային ցանցը, այդքան քիչ են էլեկտրոնների շարժմանը խոչընդոտող արատները: Ցանցի արատները վերացնելու համար արևային սիլիցիումային տարրերը տաքացնում են մինչև 900 °C ջերմաստիճան: Իսկ պերովսկիտների բյուրեղային ցանցն արատներ գրեթե չունի, թեև պերովսկիտը մշակվում է շատ ավելի ցածր՝ շուրջ 100 °C ջերմաստիճանի պայմաններում:

Այդ պատճառով խոչընդոտների հանդիպելու հնարավորությունը փոքր է, ուստի պերովսկիտի՝ լույսով գրգռված էլեկտրոնները շատ ավելի քիչ էներգիա են կորցնում: Քանի որ տարրի էլեկտրական հզորությունը հավասար է տարրում էլեկտրոնների հոսքի (այսինքն՝ հոսանքի ուժի) և դրանց փոխադրած էներգիայի (լարվածության) արտադրյալին, ապա պերովսկիտե տարրերի ՕԳԳ-ն կարող է մրցակցել սիլիցիումայինների ՕԳԳ-ի հետ, ընդ որում՝ մշակման համար նախատեսված ավելի քիչ ծախսերի պարագայում:

Սակայն արևային կիսահաղորդչային տարրում արևի լույսի՝ էլեկտրաէներգիայի վերածված էներգիայի բաժինն ունի սահման՝ էլեկտրոններն ատոմից պոկելու ընդունակ նվազագույն էներգիա: Այդ սահմանը հիմնականում պայմանավորված է կիսահաղորդչի «արգելված գոտու

լայնություն» կոչվող ֆիզիկական բնութագրով: Արևի լույսը պարունակում է լուսակի (սպեկտր) տեսանելի մասի բոլոր ալիքների երկարությունները, բայց գրգռել էլեկտրոններ կարող են միայն մի քանիսը: Մասցած ալիքներն անցնում են կիսահաղորդչի միջով՝ առանց որևէ ներգործության:

Արգելված գոտու լայնությունը տարբեր կիսահաղորդիչներում տարբեր է, և այն որոշում է հիմնարար փոխզիջումը, որքան փոքր է արգելված գոտու լայնությունը, այնքան մեծ է գրգռված էլեկտրոններ պարունակող տարրի՝ արևի լուսակից կլանած բաժինը, բայց փոքր է գրգռված էլեկտրոնների միջին էներգիան: Քանի որ արևային տարրի հզորությունը կախված է թե՛ էլեկտրոնների թվից, թե՛ դրանց էներգիայից, ապա անգամ արգելված գոտու կատարյալ լայնությամբ տարրը կարող է վերածել էլեկտրաէներգիայի արևի էներգիայի ընդամենը 33 %-ը:

Սիլիցիումի արգելված գոտու լայնությունն անփոփոխ է և բնավ կատարյալ չէ, սակայն արևային էներգետիկայում գերակշռում է սիլիցիումի կիրառումը, քանի որ դրանից արևային տարրեր ստանալու եղանակները լավ հայտնի են: Իսկ պերովսկիտի դեպքում գիտնականները կարող են փոփոխել արգելված գոտու լայնությունը՝ փոփոխելով դրա բաղադրամասերի բաղադրությունը, որը սիլիցիումի ՕԳԳ-ից ավելի բարձր ՕԳԳ ստանալու հեռանկարներ



Պերովսկիտե թաղանթները կարող են ունենալ տարբեր գույներ, տեղադրվել պատուհանների կամ պատերի վրա՝ դրանով իսկ ոչ միայն արտադրելով էլեկտրաէներգիա, այլ նաև ստեղծելով գունային երևույթներ



է քացում: Բացի այդ, հետազոտողները կարող են դարսել իրար վրա արգելված գոտու տարրեր լայնությամբ պերովսկիտե շերտեր, որը մեծացնում է սիլիցիումից ստացված արևային տարրերի ՕԳԳ-ն գերազանցելու հնարավորությունը: Պերովսկիտե երկշերտ տարրերը պետք է որ գերազանցեն սիլիցիումային տարրի վերին սահմանը՝ 33 %-ը. հիմքեր կան ենթադրելու, որ դրանց ՕԳԳ-ն կարող է հասնել մինչև 40 %-ի:

Հին նյութերը նոր «հնարքներով» օժտելու հնարավորություն

Երկրի կեղևում առկա պերովսկիտի բնական ձևերը

գիտնականներին հայտնի են դեռևս XIX դարից: Վերջին երկու տասնամյակների ընթացքում ճարտարագետներն արհեստական պերովսկիտի հիման վրա ստեղծել են փորձնական սարքավորումներ, բայց նրանց տեսադաշտից վրիպել է արևային տարրերում այն օգտագործելու հնարավորությունը:

Սակայն 2009 թ. Տոհնոյի Իոկոհամայի համալսարանի խումբը պատրաստել է արևային տարր կապարի հալոգենիդ պարունակող արհեստական պերովսկիտից, որն առաջին անգամ սինթեզել է 1978 թ.: Դրա պատրաստման համար անհրաժեշտ նյութերը

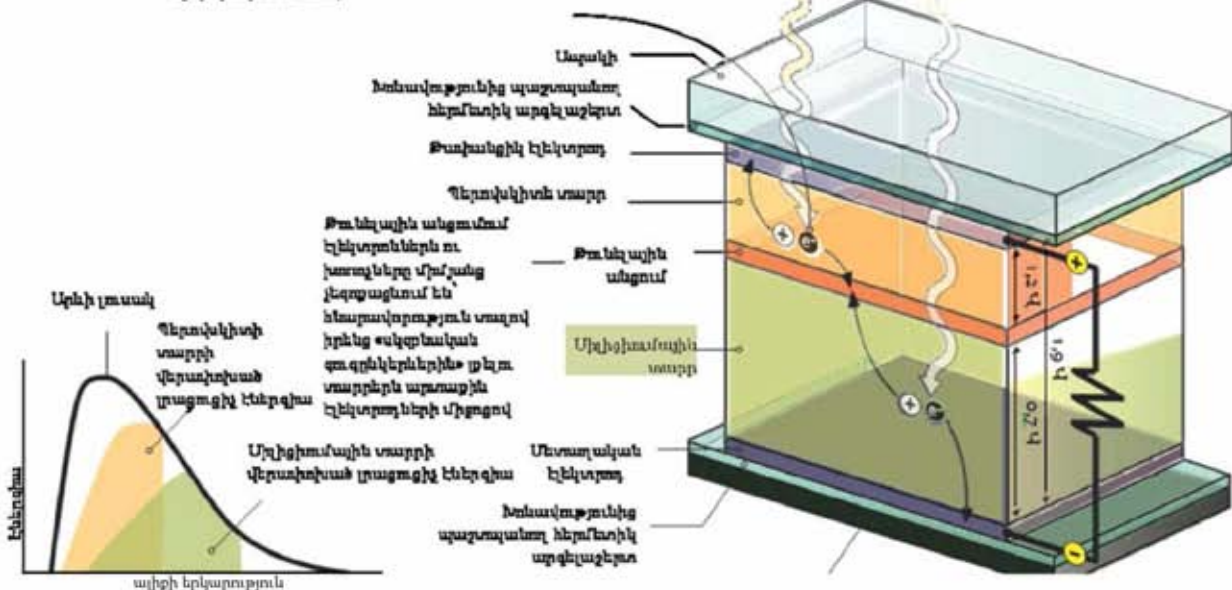
գիտնականները լուծել են, իսկ ստացված լուծույթով ցնետրիֆուգման միջոցով շերտաձակել են ապակե տակդիրը և այն չորացրել: Արդյունքում ապակու վրա մնացել է պերովսկիտե նանոբյուրեղների շերտ: Այս գործընթացը նման է մակրոթացային ջրավազանների չորանալուց հետո դրանցում աղի բյուրեղների առաջացման երևույթին: Արևի լույսի ազդեցությամբ նանոբյուրեղների շերտում գոյանում են գրգռված էլեկտրոններ: Ճիշտ է, դրանց թիվը փոքր է, սակայն պերովսկիտի նանոաղբյուրների երկու կողմերում հետազոտողները քսել են նյութի բարակ շերտեր՝ դեպի ար-

ԵՐԿՈՒՍԸ ՄԵԿԻՑ ԼԱՎ Է

Սիլիցիումային և պերովսկիտե արևային տարրերը կարող են ոչ թե մրցակցել, այլ աշխատել միասին՝ ապահովելով արևի էներգիան էլեկտրական էներգիայի փոխակերպման ավելի բարձր ՕԳԳ, քան յուրաքանչյուրն առանձին: Այդպիսի միավորված արևային տարրում (աջից) պերովսկիտի շերտը սիլիցիումի շերտի վրա է, և ամբողջ համակարգը գեներացնում է ավելի բարձր էներգիայով օժտված տարրեր, քան յուրաքանչյուր նյութն առանձին, որը հնարավորություն է տալիս արդյունքում ստանալու ավելի բարձր լարում: Բացի այդ, պերովսկիտն ու սիլիցիումը լույսը փոխակերպում են լուսակի տարրեր տիրույթներում (ներքևում)՝ ստիպելով աշխատելու լուսակի ավելի լայն տիրույթ:

Արևային ֆոտոնը փոխանցում է էներգիան էլեկտրոնին՝ պոկելով այն ատոմից և բյուրեղային ցանցում առաջացնելով խառն էլեկտրոնն ու խառնը շարժվում են դեպի իսկապիտ էլեկտրոդներ՝ ստեղծելով էլեկտրական հոսանք:

Անձ էներգիայով (բարձրալիցային) ֆոտոն
Փոքր էներգիայով (երկարալիցային) ֆոտոն



տաքին էլեկտրական շղթա էլեկտրոնների փոխանցումը դյուրացնելու համար՝ դրանով իսկ ստեղծելով էլեկտրաէներգիայի աղբյուր:

Առաջին փոքր տարրերի ՕԳԳ-ն կազմում էր ընդամենը 3,8 %, և դրանք շատ անկայուն էին. դադարում էին աշխատել հաշված ժամերի ընթացքում: Լին փոխեց պերովսկիտի բաղադրությունը և փոխարինեց տարրի անապահով շերտը, որը հնարավորություն տվեց ՕԳԳ-ն հասցնելու 10 %-ից մեծ արժեքի: Նման հաջողությունների էր հասել նաև գիտնականների խումբը, որը ղեկավարում էին Միքայել Գրետցելը Շվեյցարիայի Լոզան քաղաքի ազգային տեխնոլոգիական ինստիտուտից և Նամգյու Փարկը՝ Կորեայի մայրաքաղաք Սեուլի Սոնգյունվան համալսարանից:

Վերջերս ՕԳԳ-ն հասցրել են մինչև 20 %-ի, որը պայմանավորված է որոշ հնարամիտ նորարարությունների կիրառմամբ: Արատներից գուրկ բյու-

րեղային թաղանթի պատրաստումը պահանջում է նյութի շերտաձևակման բարդ եղանակների օգտագործում: Կորեայի քիմիական տեխնոլոգիայի ինստիտուտի գիտնական Մանգ Իլտկի խումբը մշակել է բազմաստիճան գործընթաց, որն ապահովում է ցենտրիֆուգման միջոցով շերտաձևակման լուծույթից անջատվող բյուրեղների բարձր կարգավորվածություն: Լավարկելով այդ գործընթացը՝ կորեացիները կարողացել են 2014 թ. ընթացքում երեք անգամ բարձրացնել պատրաստվող արևային տարրերի ՕԳԳ-ն՝ այն 16,2 %-ից հասցնելով 20,1 %-ի:

Ուրիշ գիտնականներ պարզեցրել են այլ նյութերի շերտերի ավելացման գործընթացը: Պերովսկիտե արևային նորագույն տարրերն ավելի շատ նման են սիլիցիումից պատրաստվածներին և նման են մի քանի հարթ շերտերից բաղկացած սովորական տրցակի: Հենց այսպիսի կառուցվածքն է ապահովել սիլիցիումից պատ-

րաստված տարրերի էժան գանգվածային արտադրությունը: Վերջերս պերովսկիտի հետազոտողներն սկսել են տաքացնել լուծույթն ու ապակե տակդիրը, որի վրա քսվում է այդ լուծույթը. դրա արդյունքում ստացվել են մի քանի կարգով ավելի մեծ չափի բյուրեղներ, քան առաջին արևային տարրերում. հուսադրող նշան, որ բյուրեղացումը շարունակում է կատարելագործվել:

Գիտնականները մշակում են նաև պերովսկիտե տարրերի նոր առանձնահատկություններ: Քիմիական բաղադրամասերի հարաբերակցության փոփոխումը հնարավորություն է տալիս ստեղծելու այնպիսի սալիկներ, որոնք ունեն դեղինի կամ մորեգույնի թեթև երանգներ: Շերտաձևակելով ապակին պերովսկիտի առանձին խազվածքների միջոցով, ոչ թե հարթ շերտով՝ կարելի է ստանալ թափանցիկ, կիսաթափանցիկ կամ անթափանցիկ թաղանթներ: Այդ տարրերակների զուգակցումը ճարտարագետներին տալիս է ընտրության հնարավորություն՝ չսահմանափակվելու սիլիցիումային կոշտ անթափանցիկ կապտասև գույնի արևային տարրերով: Պերովսկիտե թաղանթից նրանք կարող են ստեղծել գունազեղ լուսամուկներ փողոցային լապտերների համար, պատուհաններ, շենքի ճակատներ: Պատկերացրեք երկնաքեր, որի պատուհանները երանգավորված են պերովսկիտե թաղանթով, որը պաշտպանում է բնակարաններն արևի չափազանց վառ ու թեժ լույսից՝ վերածելով այն էլեկտրաէներգիայի և կրճատելով օդափոխության ծախսերը:

(շարունակելի)





ՈՉ ՄԻԱՅՆ ԳԼՈՒԽՆԵՐԸ

Զատկի կղզու քարե հսկայական երկու գլուխների հիմքում կատարված պեղումները ցույց են տվել, որ հողի տակ թաքնված են իրաններ և ձեռքեր: Ընդ որում, 500-1000 տարի առաջ ստեղծված արձանների մեջքին փորագրված են ինչ-որ գրություններ, որոնք դեռևս չի հաջողվել կարդալ: Քանի որ քանդակները տեղադրված են լեռների լանջերին, հնագետները կարծում են, որ ի սկզբանե քանդակները կանգնեցվել են հասակով մեկ, բայց հարյուրամյակների ընթացքում թաղվել են գագաթներից և լանջերից անձրևների բերած հողի մեջ:

ՀՈԼԱՆԴԻԱՆ ԱՃԵԼՈՒ Է ԾՈՎԻ ՀԱՇՎԻՆ

Ռոտերդամի նավահանգստի մոտակայքում ստեղծվել է նոր թերակղզի: Հյուսիսային ծովի հատակից բարձրացրել են 325 միլիոն խորանարդ մետր ավազ և ողողաղիզել են նոր ցամաք: Աշխատանքները տևել են չորս տարի և արժեցել են շուրջ երեք միլիոն եվրո: Նիդեռլանդների մակերեսն աճել է 2000 հեկտարով, որը մոտավորապես 10 անգամ մեծ է Մոնակոյի մակերեսից: Նոր հողի հաշվին ընդարձակվելու է Ռոտերդամի նավահանգիստը, որն առանց այն էլ ամենամեծն է եվրոպայում:

ՓՐԿՎԵԼ ԵՆ ՍԱՀԻՑ

Աշխարհում յուրաքանչյուր տարի ավելի քան հինգ միլիոն մարդ մահանում է ծխելու հետ կապված հիվանդություններից և կես միլիոնը՝ ծխողների արտաշնչած ծուխը շնչելու պատճառով:

1990 թվականից Բրազիլիայի կառավարությունը պարբար է ծավալել ծխախոտի դեմ: Նախ՝ մեծ հարկ են դրել ծխախոտի վրա, ապա՝ պարտադրել են տուփերի վրա տպագրել նախազգուշացում՝ ծխելու պատճառով առաջացող հիվանդությունների մասին, հետո՝ հանրային վայրերում և աշխատավայրում ծխելու դեմ խիստ օրենք են ընդունել: Արդյունքում 1989 թվականից մինչև մեր օրերը ծխողների թիվը կրճատվել է երկու անգամ: Մասնագետների գնահատմամբ, այդ կրճատման կեսը բացատրվում է ծխախոտի գնի բարձրացմամբ, հաջողության 14 %-ը վերագրվում է նոր օրենքներին, 10 %-ը՝ ծխախոտից կախվածության բուժման ծրագրերին և 6 %-ը՝ ԶԼՄ-ներում ծավալված քարոզչությանը: Ըստ հաշվարկների, ընդհանուր ջանքերով մահից փրկվել է 420 հազար բրազիլացի:

2002 թ. հունվարի 1-ից ԱՄՆ Միներսոտա նահանգում ծխելն արգելվել է ռեստորաններում, իսկ 2007 թ. հոկտեմբերի 1-ից՝ ամենուր, բացառությամբ բնակարանների: Մի քանի տարի անց նահանգում սրտի կաթվածների թիվը նվազել է մեկ երրորդով:

ԱՐԱԳ ՔԱՅԼԵՐՈՎ ԴԵՊԻ



ԵՐԿԱՐԱԿԵՑՈՒԹՅՈՒՆ

10 տարվա ընթացքում շուրջ 650 հազար ամերիկացիների առողջության, սովորությունների և մահացության ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ ֆիզիկական անգամ փոքր ակտիվությունը նկատելիորեն երկարացնում է կյանքը: Պարզվել է, որ եթե 40-ից բարձր տարիքի մարդը շաբաթվա ընթացքում 75 րոպե հատկացրել է արագ քայլելուն, ապա նրա կյանքը երկարել է 1,8 տարով: Եթե մարզման ժամանակը երկարացնենք մինչև շաբաթական 150-299 րոպե, ապա կշահենք 3,4 տարի, իսկ շաբաթական 450 րոպեի դեպքում՝ 4,5 տարի: Ընդ որում, շահում են բոլորը՝ ինչպես նիհարակազմ մարդիկ, այնպես էլ ավելորդ քաշ ունեցողները և անգամ ճարպակալածները:



«Наука и жизнь», N 2, 2013

ԳԵՐՄԵԾ ԻՆՏԵԳՐԱԿՅԻՆ ՄԻԵՄԱՆԵՐԻ ՄԱՍՇՏԱԲԱՎՈՐՄԱՆ ՄԿՁԲՈՒՆՔՆԵՐԸ, ՍԱՀՄԱՆԱՓԱԿՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ



ՕԼԵԳ ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

ՀԱՊՀ «Միկրոէլեկտրոնիկա և կենսարժեշկական սարքեր» ամբիոնի վարիչ, տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր
Գիտական հետաքրքրությունների ոլորտը՝ գերմեծ ինտեգրալային սխեմաների նախագծում և մոդելավորում, կենսարժեշկական համակարգեր և տեխնոլոգիաներ, նեյրոսխեմատեխնիկա և նեյրոնային ցանցեր

Կիսահաղորդչային էլեկտրոնիկան XX դարի երկրորդ կեսի ամենախոշոր ձեռքբերումներից մեկն է և հետագայում կերպավորվել է միկրոէլեկտրոնիկայի (ՄԷ), որի հիմնական արտադրանքն ինտեգրալային սխեմաներն են (ԻՍ)։ Բավական երկար ժամանակ նկատվում է ԻՍ-երի ինտեգրացման աստիճանի էքսպոնենցիալ մեծացման երեք ուղղություն՝ առաջինը կապված է տոպոլոգիական չափերի փոքրացման հետ և, հետևաբար, բյուրեղի վրա տարրերի խտության բարձրացման հետ (ներկայում տոպոլոգիական չափերը կազմում են 0,1-0,3 մկմ), երկրորդ ուղղությունը կապված է բյուրեղի մակերեսի մեծացման հետ, երրորդ ուղղությունը տարրերի դասավորվածքի կոնստրուկտիվ լուծումների լավարկումն է։

Մուրի օրենքը

Միկրոէլեկտրոնային տեխնոլոգիաների զարգացման օրենքը, որի համաձայն «ԻՍ-ում տեղաբախշված տրանզիստորների քանակը կրկնապատկվում է յուրաքանչյուր 18 ամիսը մեկ», 1965 թվականին ձևակերպել է Intel ֆիրմայի

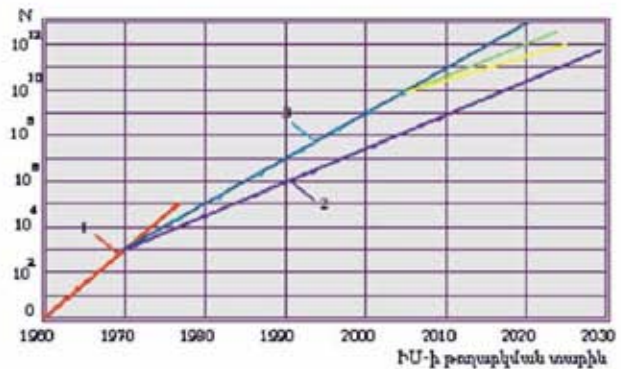
աշխատակից Գորդոն Մուրը (նկ.1)։

Հետագայում տեղի ունեցավ ինտեգրացման տեմպերի նվազեցում, և ներկայումս Մուրի օրենքը ձևակերպվում է հետևյալ կերպ՝ տրանզիստորների քանակը բյուրեղի վրա կրկնապատկվում է յուրաքանչյուր 1,5 - 2 տարին մեկ։ Ցույց է տրված նաև, որ Մուրի օրենքը կարող է գործել մինչև 2020 թվականը, երբ տոպոլոգիական նորման կհասնի 14 նմ-ի, իսկ փականի ֆիզիկական երկարությունը՝ 6 նմ-ի։

ԻՍ-երի զարգացման կարևոր միտում է կիսահաղորդչային թիթեղի տրանսպորտի մեծացումը՝ 100 մմ (1975 թ.), 150 մմ (1983 թ.), 200 մմ (1987 թ.), 300 մմ (1995 թ.), և 2012 թվականից այն կազմում է 450 մմ, որը կկիրառվի մինչև 2020 թվականը։

ԻՍ-երում տրանզիստորների քանակի աճը ԻՍ-երի նախագծման գործընթացում հանգեցնում է մի շարք խնդիրների։ ԻՍ-երի աճող ֆունկցիոնալ բարդությունը բարդ ճարտարագիտական լուծումներ

իրականացնելու համար պահանջում է ավելի շատ կիսահաղորդչային սարքեր և չիփի ավելի մեծ մակերես։ Այս պայմաններում տրանզիստորների չափերի փոքրացումը և նանոչափային մասշտաբավորման երևույթները դառնում են ավելի կարևոր։ Հիմնախնդիրը դառնում է ավելի զգայուն, քանի որ դասական մասշտաբավորման մեխանիզմներն ունակ չեն հարմարվելու նոր տեխնոլոգիաներին։ ՄՕԿ (մետաղ-օքսիդ-կիսահաղորդիչ)



Նկ. 1. ԻՍ-երի ինտեգրացման աստիճանն ըստ տարիների.
1. ԻՍ-երի թողարկման սկզբնական փուլ (տրանզիստորների քանակի կրկնապատկում 12 ամիսը մեկ)
2. Intel ֆիրմայի միկրոպրոցեսորներ (կրկնապատկում 24 ամիսը մեկ)
3. օպերատիվ հիշողություն (կրկնապատկում յուրաքանչյուր 18 ամիսը մեկ)



տրանզիստորների առանցքային պարամետրերը, օրինակ՝ փականի օքսիդի շերտի հաստությունը, այլևս հնարավոր չէ մասշտաբավորել ներքև: Սա հանգեցնում է անջատված վիճակում սարքի հոսանքի (այսպես կոչված կորստյան հոսանք) շատ արագ աճին: Այս բոլոր հիմնախնդիրները սահմանափակում են թվային ԻՍ-երի տակտավորման արագությունը (clocking speed) մեծացնելու հնարավորությունը: Թվային ԻՍ-երի համար այդ հաճախությունը կարող է մեծացվել, սակայն միևնույն ժամանակ առաջանում են բարդություններ՝ ջերմության գեներացում, սխալների քանակի մեծացում և այլն: Սա հանգեցնում է նոր ճարտարագիտությունների, առաջին հերթին՝ բազմամիջուկային պլատֆորմների առաջացման: Մրանք կտակտավորվեն ավելի ցածր հաճախությամբ, որի դեպքում կարող են իրականացվել գուգահեռ հաշվումներ՝ սրանով բարձրացնել համակարգի ընդհանուր արդյունավետությունը: Նպատակն է շարունակել բարձրացնելով համակարգի բնութագրերը՝ պահպանելով համեմատաբար ցածր տակտային հաճախություններ (մի քանի ԳՀց) և ավելացնելով ավելի շատ միջուկներ՝ գուգահեռ գործողությունների իրականացման համար: Հիմնախնդիրներից մեկը, որն առաջանում է այս տեսակի պլատֆորմների համար, ծրագրի գուգահեռացումն է (code parallelism):

Հաջորդ՝ ավելի բարդ ճարտարագիտությունների համար, հիմնախնդիրն այն է, որ անհրաժեշտ է չիփի ավելի մեծ մակերես, այնպես որ չափը ևս պետք է մասշտաբավոր-

վի: Սակայն բյուրեղի չափերը չեն կարող մեծացվել առանց կողմնակի երևույթների առաջացման:

Սկսած 2000 թվականից՝ ՄԷ-ն հաղթահարել է 100 նմ նախագծային նորմերը և, այսպիսով, աստիճանաբար ձևափոխվել է նանոչափային էլեկտրոնիկայի: Ներկայումս նանոէլեկտրոնիկան հասել է 14 նմ և ավելի ցածր տեխնոլոգիական նորմերի: Այդպիսի տեխնոլոգիական նորմերով մասշտաբավորումը ցույց է տվել, որ այդ ճանապարհին գոյություն ունեն մի շարք խնդիրներ՝ լիցքակիրների շարժունության փոքրացում՝ խառնուկների վրա ցրման պատճառով, լիցքերի կորստի աճ՝ կապված թունելավորմամբ ենթափականային դիէլեկտրիկի հաստության փոքրացման հետ և *p-n* անցումներով կորստի հոսանքի մեծացում՝ պայմանավորված նրանց թափանցման խորության փոքրացմամբ: Հոսքուղու լեգիրումը չլեգիրված հոսքուղու նկատմամբ հանգեցնում է թռիչքի ժամանակի և դիմադրության մեծացման:

Մասշտաբավորման հիմնական սկզբունքները

ՄՕԿ տրանզիստորների և դրանց հիման վրա գերմեծ ԻՍ-երի արագագործության բարձրացման հիմնախնդիրների վերաբերյալ ակնարկից հետևում է, որ վերջին տարիներին ՄԷ-ի ավանդական զարգացումը գնում էր ԿՄՕԿ կառուցվածքների մասշտաբավորման ուղղությամբ՝ դրանց չափերի փոքրացման ճանապարհով: Սակայն վերջին տարիներին տրանզիստորի հոսքուղու ավելի փոքր չափերի անցման դեպքում արտադ-

րողները բախվեցին ֆիզիկական և տեխնոլոգիական որոշ սահմանափակումների: Ներկայումս այդ հիմնախնդիրների լուծումը գնում է նոր նյութերի և կառուցվածքների փնտրության ուղիով:

Դասական մասշտաբավորման սկզբունքը նախատեսում է, որ ԻՍ-ի տարրերի և միջմիացումների երկրաչափական չափերի *k* անգամ փոքրացման դեպքում էլեկտրական դաշտը պետք է մնա անփոփոխ:

Մասշտաբավորման օրենքը հայտնագործել է Ռոբերտ Դեննարդը (Robert Dennard) (IBM ընկերություն)՝ 1972 թ.: Նրա գաղափարի համաձայն՝ եթե ՄՕԿ տրանզիստորների չափերի փոքրացման դեպքում պահպանվի էլեկտրական դաշտի լարվածության հաստատուն մեծություն, ապա ԻՍ-ի պարամետրերը կրարելավվեն: Դա նշանակում է, որ եթե, օրինակ, կրճատվի փականի երկարությունը *n* անգամ և միաժամանակ նույնքան անգամ փոքրացվի աշխատանքային լարումը (էլեկտրական դաշտի լարվածության մեծությունը այդ դեպքում չի փոխվի), ապա տրանսպրանական տարրի հապաղման ժամանակը ևս կփոքրանա *n* անգամ: Այստեղից հետևում է նաև կոշտ կախվածություն ԻՍ-ի տարրերի չափերի և դրանց արտադրողականության միջև: Սակայն նանոչափային տարրերին անցման դեպքում մասշտաբավորման օրենքը չի պահպանվում՝ նանոէլեկտրոնիկային բնորոշ յուրահատուկ հանգամանքների պատճառով: Դրա համար մտցվել են մասշտաբավորման նոր սկզբունքներ, որոնց համաձայն՝ սնման լարումը փոփոխական է:

Աղյուսակ 1-ում ներկայացված են ՄՕԿ տրանզիստորների մասշտաբավորումը սահմանափակող գործոնները:

ՄՕԿ ինտեգրալային սխեմաների մասշտաբավորման ֆիզիկական սահմանափակումները

Աղյուսակ 1

Պարամետր	Ֆիզիկական սահմանափակումը
Տարրի նվազագույն մնծությունը՝ 0,03 նմ	Հարթակի լեգիրման ֆլուկտուացիաները, ֆոտոռեզիստորի թողովությունը և $p-n$ անցման լայնությունը
Ենթափակմանային դիէլեկտրիկ հաստությունը՝ 1 նմ	Դիէլեկտրիկով թունելավորման հոսանքները
Մանան նվազագույն լարումը՝ 0,025 Վ	Ջերմային պոտենցիալը
Հոսանքի նվազագույն խտությունը՝ 10^{-6} Ա/սմ ²	Էլեկտրոնի լիցքի ընդհատությունը, ներկատուցված էլեկտրոնի լիցքը
Նվազագույն հզորություն՝ 10^{-12} Վտ/տարր 1 կՀց հաճախականության դեպքում	Աղմուկները, ջերմային էներգիան, դիէլեկտրական հաստատունը
Սահմանային արագագործությունը՝ 0,03 նվ	Լույսի արագությունը
Մանան առավելագույն լարումը	Ենթափակմանային դիէլեկտրիկ ծակումը, ակունքի և արտաքերի տիրույթների փոխձածկումը
Հարթակի առավելագույն լեգիրումը	$p-n$ անցման թունելային ծակումը
Հոսանքի առավելագույն խտությունը	Էլեկտրամագրացիան, լարման անկումը հպակների պարագիստային դիմադրությունների վրա
Առավելագույն հզորությունը	Հարթակի և սխեմայի բաղադրիչների ջերմահաղորդականությունը
Տարրերի քանակը բյուրեղի վրա՝ 10^9	Վերըբերված բոլոր սահմանափակումները

Ինտեգրալային սխեմաներում ՄՕԿ տրանզիստորների մասշտաբավորումը

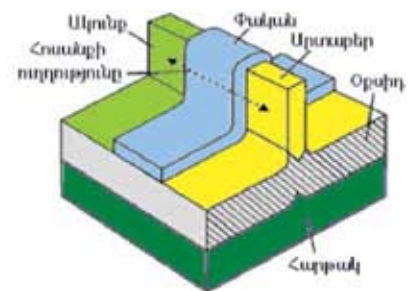
Ժամանակակից ԻՄ-երը հիմնված են փոխլրացնող (կոմպլեմենտար) մետաղ-օքսիդ-կիսահաղորդիչ (ԿՄՕԿ) կառուցվածքի վրա, որն օգտագործում են n -ՄՕԿ և p -ՄՕԿ տրանզիստորների փոխլրաց-

նող զույգ: Այդ չափերը կարելի է գնահատել «փականի քայլ» պարամետրով (սկ. 2):

Հեռանկարային ՄՕԿ տրանզիստորների առանձնահատկությունները

Տիպային ՄՕԿ տրանզիստորի կառուցվածքը հնարավորություն է տալիս նվազեցնելու փականի երկարությունը մինչև 0,06 մկմ պարզ մասշտաբավորմամբ: Սակայն 130 նմ

նախագծման նորմերին անցնելիս առաջանում են ֆիզիկական սահմանափակումներ. պահանջվում են ավելի բարակ կողային պատեր, փոքր խորության ակունքային և արտաքերային անցումներ և փականի ավելի բարակ դիէլեկտրիկ: ՄՕԿ տրանզիստորների բնութագրերի բարելավման տարբերակ է կարճ հոսքուղային երևույթների թուլացումը: Վերջին ժամանակներս դրա համար կիրառվում են կրկնակի փականով տրանզիստորներ, որոնք երկու կամ բոլոր կողմերից ընդգրկում են հոսքուղին (սկ. 3):

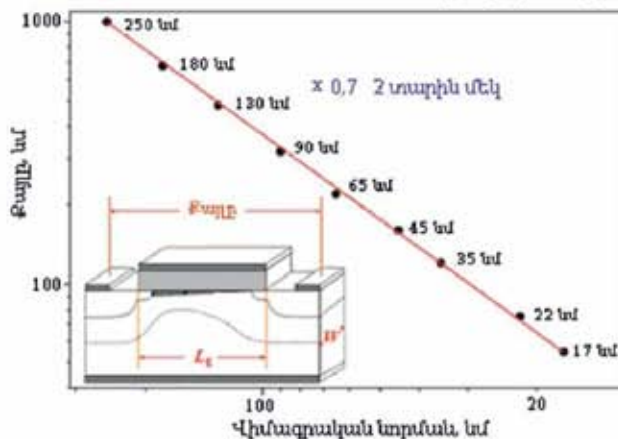


Սկ. 3. Կրկնակի փականով տրանզիստորի կառուցվածքը

Այդպիսի մոտեցումը հնարավորություն է տալիս արդյունավետ կերպով կառավարելու ակունքի և արտաքերի միջև էներգետիկական արգելքը և էապես թուլացնել 50 նմ նախագծային նորմերից փոքր տրանզիստորներում մեծ թվով կարճ հոսքուղային երևույթները:

«Միլիցիումը մեկուսիչի վրա (ՄՄՎ)»

ՄՄՎ տեխնոլոգիայով պատրաստված ՄՕԿ տրանզիստորները բավական հեռանկարային, միկրոհզոր և բարձր արագագործությամբ, 1,2 Վ և ավելի ցածր սնման լարումով գերմեծ ԻՄ-եր ստեղ-



Սկ. 2. Փականի քայլի կայունությունը ֆոտովիմագրման նախագծային նորմաներից

դեպքում ԻՍ-ի ստատիկ էներգիայի ծախսը դարձել է նույն կարգի, ինչ դինամիկ էներգիայինը: 65 նմ տեխնոլոգիայով պատրաստված ԻՍ-ում կորստային հոսանքներով պայմանավորված էներգասպառումը կազմում է ամբողջ ԻՍ-ի ծախսած էներգիայի 40%-ից ավելին:

Տեխնոլոգիայի մասշտաբավորման պատճառով շատ դժվար է լինում արտադրության ընթացքում ապահովել ԻՍ-ի տարրերի պարամետրերի ճշտությունը: Օրինակ՝ արտադրության ընթացքում տրանզիստորների պարամետրերի 30%-ով տարբերությունը կարող է հանգեցնել կորստային հոսանքների մինչև 20 անգամ փոփոխության: Այսպիսով՝ ժամանակակից տեխնոլոգիաներով պատրաստված ԻՍ-երի համար չափազանց կարևոր խնդիր է դառնում դրանց էներգասպառման նվազեցումը:

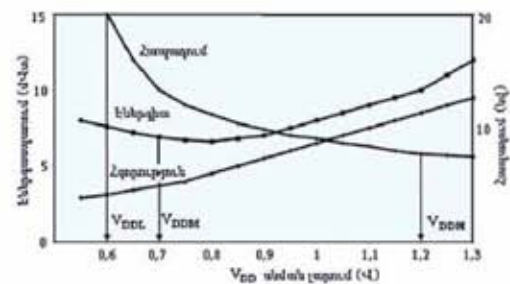
Ինտեգրալային սխեմաների էներգասպառման նվազեցման միջոցների արդի վիճակը

Տեխնոլոգիայի մասշտաբավորումը հնարավորություն է տալիս ավելի ու ավելի շատ տարրեր տեղակայելու միևնույն ԻՍ-ի վրա: Ներկայիս ԻՍ-երը պարունակում են տարրեր ֆունկցիոնալությամբ օժտված ամբողջական ենթահամակարգեր: ԻՍ-ի աշխատանքի ընթացքում ոչ բոլոր ենթահամակարգերն են աշխատում միևնույն ծանրաբեռնվածությամբ, նույնիսկ ավելին՝ պատահում են այնպիսի ենթահամակարգեր, որոնք ԻՍ-ի տվյալ օպերացիայի ընթացքում պարապորդի վիճակում են: Սա էներգիայի ծախսի նվազեցման նպատակով ԻՍ-ի աշխա-

տանքի ընթացքում առանձին ենթահամակարգերի սնման լարումները և աշխատանքային հաճախությունները փորձացնելու հնարավորություն է տալիս՝ չազդելով ԻՍ-ի աշխատանքի արդյունավետության վրա: Դրանց միաժամանակյա փորձացման դեպքում հնարավոր է ավելի քան չորս անգամ փորձացնել ենթահանգույցի էներգասպառումը: Ելնելով տոպոլոգիական նախագծման սահմանափակումներից՝ նպատակահարմար չէ ԻՍ-ի յուրաքանչյուր ենթահանգույց առանձին սնման լարման դողին միացնելը: Ուստի ԻՍ-ում մի քանի ենթահանգույցներ միավորում են՝ ձևավորելով այսպես կոչված լարման կղզյակ (ԼԿ): ԻՍ-ն ԼԿ-ների բաժանելիս պետք է հաշվի առնել ոչ միայն ենթահանգույցների սնման լարումների արժեքները, այլև ԻՍ-ի տոպոլոգիան, ենթահանգույցների ֆունկցիոնալության տեսակը, սխեմաների առաջացման հավանականությունը և այլն: Յուրաքանչյուր ենթահանգույցի համար գոյություն ունի սնման լարման միջակայք: V_{DDL} -ով նշանակվում է այդ միջակայքի նվազագույն արժեքը, V_{DDH} -ով՝ առավելագույն արժեքը: Կատարվում է սնման լարման բաժանում վերջավոր թվով լարման արժեքների, և որոշվում է տվյալ ենթահանգույցի համար սնման լարման V_{DDM} արժեքը, որի դեպքում էներգասպառման և հապաղման արտադրյալը նվազագույնն է (նկ. 7):

Սնման լարման և հաճախության մասշտաբավորումը

Այս մասշտաբավորման էությունը սխեմայի սնման լարման և սինքրոազդանշանի



Նկ. 7. Էներգասպառման և հապաղման կախումը V_{DD} -ից

հաճախության փորձացումն է: ԻՍ-ի աշխատանքի ընթացքում հազվադեպ է պատահում, երբ բոլոր ենթահանգույցներն աշխատում են իրենց առավելագույն շեմով: Հետևաբար՝ այն հանգույցները, որոնցից առավելագույն կատարողականություն չի պահանջվում, էներգիա խնայելու նպատակով կարող են ենթարկվել մասշտաբավորման: Սնման լարման փորձացմամբ ԻՍ-երի արտադրողականության նվազեցման խնդիրը կարել է լուծել շեմային լարման փորձացմամբ: Սակայն դա բերում է անջատված վիճակում սպառման հզորության մեծացման, ուստի այդ դեպքում պետք է փնտրել փոխզիջում սնման լարման և շեմային լարման միջև: ԻՍ-ի էներգասպառման նվազեցման շեմային լարման մասշտաբավորման մեթոդի հիմքում ընկած է տրանզիստորի հարթակի պոտենցիալի փոփոխությամբ պայմանավորված կորստային հոսանքների փորձացման երևույթը:

Ենթափականային դիլեյնկտրիկի հաստության փորձացումից բացի՝ ԻՍ-երի չափերի փորձացման և արագագործության բարձրացման ուղղությունները նկարագրված են աղ. 2-ում:

ՄԷ-ի էվոյուցիոն զարգացման պաշարը (գոնե դասական հարթ սիլիցիումային տեխնոլոգիայի համար) արդեն մոտ



է սպառմանը (նկ. 8): Նկ. 8-ում բերված է նաև «չիփային» արդյունաբերության եկամուտների աճը:



Նկ. 8. Միկրոէլեկտրոնային արդյունաբերության տարեկան եկամուտները և հետազոտողական աշխատանքները

Գիտական հետազոտությունների արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ չնայած ԻՍ-երի գոյություն ունեցող մասշտաբավորման ֆիզիկական և տեխնոլոգիական սահմանափակումներին՝ հնարավոր է շարունակել ԿՄՕԿ տեխնոլոգիայի առաջընթացը՝ շնորհիվ նոր նյութերի, կառուցվածքների և սխեմատիկանիկական լուծումների կիրառության, որոնք թույլ կտան բարձրացնել ԻՍ-երի արագա-

ԻՍ-երի չափերի փոքրացման և արագագործության բարձրացման ուղղությունները

Աղյուսակ 2

Ուղղությունը	Կառուցվածքը
Ակունք/արտաքին/տիրույթների աճեցումը (SDE - Source/ Drain Extension) բացառում է տրանզիստորի բնութագրերի վատթարացումը և փոքրացնում է ենթափականային դիէլեկտրիկի ծակման հավանականությունը	
«Միլիցիումը մեկուսիչի վրա» տեխնոլոգիան լրացուցիչ SiO ₂ շերտի ստեղծմամբ փոքրացնում է պարագիտային ունակությունները՝ մեծացնելով փոխանցատման արագությունը	
SiGe հոսքուղու կիրառումը մեծացնում է տրանզիստորի արագագործությունը շնորհիվ խոռոչների ավելի մեծ արագագործության, որը սակայն փոքրանում է հոսքուղու երկարության փոքրացման հետ	

գործությունը և ինտեգրման աստիճանը ու նվազեցնել սպառման հզորությունը:

Սակայն XXI դարի էլեկտրոնիկայի զարգացման գլխա-

վոր ուղղությունը կլինի նանոէլեկտրոնիկան, որը որոշում է ոչ այնքան նանոէլեկտրոնային սարքերի տարրերի չափերը, որքան դրանց կառուցման գաղափարախոսությունը:



Աշխարհում առկա են շուրջ 60 տարածքային վեճեր պետությունների միջև: Այդ վիճելի տարածքները կազմում են մոտավորապես 780 հազար քառակուսի կիլոմետր, այսինքն՝ ցամաքի ընդհանուր մակերեսի մեկ տոկոսից պակաս:



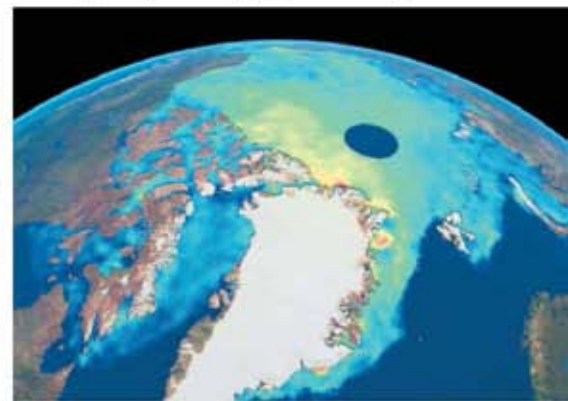
«Наука и жизнь», N 2, 2013



Ֆրանսիայում ընդունվել է օրենք, որը պարտադրում է տարեկան հարյուր գրամից ավել նանոմասնիկներ արտադրող, ներմուծող կամ վաճառող ձեռնարկություններին գրանցվել բնապահպանության նախարարությունում: Նա նոմասնիկներին ազդեցությունը բնության և մարդու վրա դեռևս ուսումնասիրված չէ:



Ըստ արբանյակային լուսանկարների՝ Արկտիկայի սառցե «գլխարկը» 1980-2012 թթ. կրճատվել է 40 %-ով:





ՀԱՅՏՆԱԲԵՐԿԵԼ Է ՄՈԼՈՐԱԿ, ՈՐՆ ԱՌԱՎԵԼԱԳՈՒՅՆՆ ԱՄԱՆ Է ԵՐԿՐԻՆ*



Հուլիսի 23-ին ՆԱՍԱ ամերիկյան տիեզերական գործակալությունը հայտարարել է Երկրին չափազանց նման մոլորակի հայտնաբերման մասին: Այն պտտվում է պարամետրերով Արեգակին նման մի աստղի շուրջը:

Հայտնագործությունը կատարվել է «Կեպլեր» տիեզերական աստղադիտակի օգնությամբ, որը դուրս է բերվել ուղեծիր էկզոմոլորակների (Արեգակնային համակարգի սահմաններից դուրս մոլորակներ) որոնման համար: Հայտնաբերված Kepler-452b էկզոմոլորակի տրամագիծն ընդամենը 1,6 անգամ է մեծ Երկրի տրամագծից, և այն այսպես կոչված «բնական գոտում» է, դրա ուղեծիրն

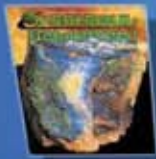
անցնում է աստղից այնպիսի հեռավորությամբ, որ նրա մակերևույթին ջուրը կարող է լինել հեղուկ վիճակում, որն անհրաժեշտ է սպիտակուցային կյանքի գոյության համար: Աստղի շուրջն այդ մոլորակի պտույտի պարբերությունը 385 օր է, որն ընդամենը 5 տոկոսով է տարբերվում Երկրի համանման ցուցանիշից: Էկզոմոլորակի համեմատաբար փոքր չափերը և երկրայինին մոտ գտնվածը, որը հաշվարկվում է պտույտի պարբերության հիման վրա, հնարավորություն է տվել հետազոտողներին ենթադրելու, որ հայտնաբերված երկնային մարմինը, հավանաբար, Երկրի պես ժայռոտ է և պինդ: Պինդ մակերևույթ ունեցող մոլորակներ հայտնաբերվել են նաև նախկինում, սակայն կամ դրանց չափերն են

խիստ տարբերվել Երկրի չափերից, կամ դրանց ուղեծիրը և կենտրոնական աստղի ճառագայթումն այդքան նման չեն եղել Երկրի համանման չափանիշներին: Դա է պատճառը, որ դրանց միայն փոքր մասն է «բնական գոտում»:

«Նախկինում մենք չենք տեսել Երկրին այդքան նման մոլորակներ», — ասել է Ռոն Ջենկինսը՝ «Կեպլեր» աստղադիտակից ստացվող տվյալների ավագ վերլուծաբանը:

Ինչպես նշում է Ինտերֆարս գործակալությունը, միակ դժվարությունն այն է, որ Երկրի այդ երկվորյակը Երկրից հեռու է 1,4 հազ. լուսային տարի. գոյություն ունեցող տեխնոլոգիաների օգնությամբ ճանապարհորդությունը մինչև Kepler-456b կտևի շուրջ 550 մլն երկրային տարի:

* <http://news.am/rus/news/278367.html>



ԱՄԵՆԱԿԵՏԱՔՐՔԻՐ ԳԻՏԱԿԱՆՐԱՄԱՏՉԵԼԻ ՀԱՆԴԵՍԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ

ԱՎԺԱՆՈՐԴԱԳՐԿԵԼՈՒ
ՀԱՄԱՐ ԿԱՐՈՂ ԵՔ
ԶԱՆԳԱԿԱՐԵԼ
52 38 30



