

գիտահանրամատչելի հանդես

ԴԻՏՈՒԹՅԱՆ ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ

№ 1. 2008 ISSN 1829-0345



Լրատվական գործունեություն
 իրականացնող՝ ԳԳ ԳԱԱ ԳՂԱԿ
 Նախագահություն

Պետական գրանցման
 վկայականի համարը՝ 03Ա 055313,
 ստրված՝ 28.06.2002թ.

Գլխավոր խմբագիր՝ Ղազարյան Էդ.
Գլխավոր խմբագրի
տեղակալ՝ Շահինյան Լ.Լ.

Քաժինների խմբագիրներ՝
 Ներսիսյան Ա.
 Նորավան Ա.
 Դողոսյան Ա.
 Խառատյան Ա.

Գործադիր տնօրեն՝ Սարգսյան Ա.
Պատասխանատու
քարտուղար՝ Վարդանյան Ն.
Տեխնիկական խմբագիր՝ Մխիթարյան Գ.
Սրբագրիչ՝ Դավիթյան Ս.
Դիզայներ՝ Օհանջանյան Ա.
Թարգմանիչ՝ Սարգսյան Մ.

Համարի պատասխանատու՝ Վարդանյան Ն.

Ստորագրված է տպագրության 14.02.2008թ.
 «Գիտության աշխարհում» հանդեսի խմբագրական
 կոլեգիայի կազմը՝
 Աղայան Կ., Աղայան Լ., Աղայան Ա., Առաքելյան Ն.,
 Ավետիսյան Ա., Աֆրիկյան Է., Բաղդասարյան Վ.,
 Բրուտյան Գ., Գաբրիելյան Է., Գրիգորյան Ս., Դադուկյան Բ.,
 Գամբարձումյան Ա., Գառուբաբյան Գ., Գառուբաբյան Վ.,
 Մամբաջյան Ա., Մելքոնյան Ա., Շուքրոսյան Յու.,
 Սարգսյան Յու., Սեդրակյան Դ., Բուշուկյան Ա.:

Խմբագրության հասցեն՝
 Մարշալ Բաղդասարյան 24 դ.
 Հիմնարար գիտական գրադարանի շենք,
 11-րդ հարկ.
 հեռ.՝ 52 38 30, ֆաքս՝ 58 80 68
 e-mail: journal@sci.am
 © «Գիտության աշխարհում» գիտահանրամատչելի
 հանդեսը ստեղծվել է կատարության և ԳԳ ԳԱԱ
 նախագահության որոշմամբ:

Տպագրանակ՝ 500 օրինակ:
Շաբաթ 64 էջ:
Գինը պայմանագրային:

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

Տպագրված է ԳԳ ԳԱԱ տպարանում:

ԲՈՎԱՆ ԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

1.2008

- 2 ՉԱԿԵՆ ԽԱՉԱՏԻՑԱՆ.** ԲԱՑԱՌԻԿ ԵՐԵՎՈՒԹԹ ԼԿԱՐՉԱԿԱՆ
 ԱՆԽԱՐՀՈՒՄ
 ՇԱԿԵՆ ԽԱՉԱՏԻՑԱՆ
- 6 ՄԱՀՎԱՆ ԸՆԿԱՆՈՒՄԸ ԹՈՒՄԱՆՑԱՆԻ ԵՎ ԽԱՑԱՄԻ**
ՍՏԵՂԵՍԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ
 ԱԱԱՏ ԵՐԽԱԶԱՐՑԱՆ
- 12 ՍՄԲԱՏԻ ՈՐԴԻ ԿՈՒՆԵՆՑԻ՝ ԳԱՆԿ ԶԱՐԿԱՐԱՊԵՏ**
 ՄԻՍԱԸ ԶԵՎԱՀԻՐՃՅԱՆ
- 16 ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱՆ ԵՐԵՎ, ԱՅՍՕՐ, ՎԱՂԸ**
 ԵՐՈՒՍՐԴ ԴԱԶԱՐՑԱՆ, ՀԱՅԿ ՍԱՐԳՍՅԱՆ
- 30 Թ-ԱՅՅԻՆ ԳՐԱԿԱՐԱՆԻ ՍՏԵՂԵՍԱՆ ՆԵՐԿԱ ՎԻՃԱԿԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ.** ԶԵՆՔԲԵՐՈՒՄՆԵՐ, ԱԴԱԳԱՅԻ ԶԱՐԿԱՑՈՒՄՆԵՐ
 ՏԻԳՐԱՆ ԶԱՐԿԱՐՑԱՆ
- 38 ԴԵՂԵՐԻ ԴԻՉԱՅՆԻ ՄԿՁԲՈՒՆՔՆԵՐԸ**
 ԱՆԷՔՍԱՆԴՐ ՍՄԱԿՑԱՆ, ՌՈՒՂՈՒՅ ՀԱԿՈՒՑԱՆ
- 46 ԹՈՉՈՒՆՆԵՐԻ ԱՉԲԻ ՑԱՆՑԱԹՅԱՆԱԹՈՒՄ «ՍԱՆՐԻԿ»**
 ԽԱՉԱՏՈՒՐ ՆԱԿԱԴԵՏԱՆ, ՌԱՖԻԿ ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՑԱՆ
- 50 ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԶՍՓՄԱՆ ՄԵԹՈՂԵՐԸ**
 ԱՐՇԱԿ ԶԱՐԿԱՐՑԱՆ
- 58 ԱՐԵՎԱՑԻՆ ՖՈՏՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԿԱՑԱՆՆԵՐ. ԵՂԱՍՏՈՂ**
ԳՆԱՅԻՆ ՔԱՂԱՔԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ
 ՌՈՒԲԵՆ ՎԱՐՂԱՆՑԱՆ



ԱՅՍ ՀԱՄԱՐՈՒՄ

Էջ 2

ՋԱՔԱՐ ՋԱՔԱՐՅԱՆ ԲԱՑԱՌԻԿ ԵՐԵՎՈՒՅԹ ՆԿԱՐՉԱԿԱՆ ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ



Ինքնուս ծանապարհով պրոֆեսիոնալ վարպետություն ձեռք բերելու մեջ է Ջաքարյան երևույթի բացառիկությունը, այնքան բացառիկ, որ նա 1889 և 1900 թթ. ցուցահանդեսներում արժանանում է ոսկե մեդալի, իսկ 1889-ին՝ Պատվո լեգիոն շքանշանի:

ԹՎԱՅԻՆ ԳՐԱԴԱՐԱՆԻ ՍՏԵՂԾՄԱՆ ՆԵՐԿԱ ՎԻՃԱԿԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ. ՁԵՌՔԲԵՐՈՒՄՆԵՐ, ԱՊԱԳԱՅԻ ՋԱՐԳԱՑՈՒՄՆԵՐ



Էջ 30

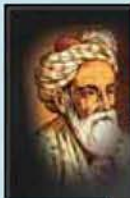
Համակարգիչների մուտքը հեղաշրջում կատարեց տեղեկատվական պահոցներում՝ առաջադրելով գրադարանների, արխիվների, թանգարանների աշխատանքի նորովի կազմակերպման խնդիրը:

ԹՈՂՈՒՆՆԵՐԻ ԱՋՔԻ ՑԱՆՑԱԹԱՂԱՆԹՈՒՄ «ՍԱՆՐԻ՞Կ»



Էջ 46

Թռչունների տեսողության որոշ առանձնահատկություններ էապես տարբերվում են այլ կենդանիների տեսողական համակարգի բնութագրերից:



ՄԱՇՎԱՆ ԸՆԿԱՆՈՒՄԸ ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԵՎ ԽԱՅԱՄԻ ՍՏԵՂԾԱԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ



Էջ 6

Թումանյանի քաղակների մի մասն իսկապես շատ մոտ է խայամյան զգացողություններին:



ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՖՈՏՈՒԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԿԱՅԱՆՆԵՐ. ՆՊԱՍՏՈՂ ԳՆԱՅԻՆ ՔԱՂԱՔԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Էջ 58

Արևային էներգիայի ուղղակի փոխակերպումը էլեկտրականի մեծ հեռանկար ունեցող խնդիր է և XXI դարում հանդիսանալու է էներգետիկայի կարևորագույն ուղղություններից մեկը:

ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱՆ ԵՐԵԿ, ԱՅՍՕՐ, ՎԱՐԸ



Էջ 16

Ինչպես Բախի, Գրիգի, Բեթհովենի գլուխգործոցների հիմքում ընկած է ընդամենը յոթ նոտա, այնպես էլ ժամանակակից էլեկտրոնիկայի ազդեցիկ կառույցի հիմքում ընկած են ընդամենը մի քանի հիմնական տարրեր՝ էլեկտրոնային լամպ, կիսահաղորդչային տրանզիստոր և հետերաանցում:

ՏԱՐԵԿԱՆ ՀԱՇՎԵՏՎՈՒԹՅՈՒՆ 2007 թվական

2007 թվականի ընթացքում «Գիտության աշխարհում» գիտահանրամատչելի հանդեսը հրատարակվել է սահմանված ժամկետներում: Հանդեսի ֆինանսավորման տարեկան ֆոնդը կազմել է 7 միլիոն դրամ, որից 3 միլիոն 200 հազարը կազմել է աշխատավարձի

ֆոնդը, 1 միլիոն դրամ՝ սոցիալական հատկացումները, տպագրական ծախսերը եղել են 2 միլիոն 320 հազար, իսկ այլ ծախսերը՝ 480 հազար դրամ:

2006 թվականի համեմատ ածել է նաև բաժանորդների թիվը:

Արդեն ձևավորված ավանդույթի համաձայն «Գիտության աշխարհում» հանդեսի խմբագրությունը 2007 թվականի չվաճառված համարներից նվիրել է հանրապետության և Արցախի դպրոցներին:





ՇԱՀԵՆ ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

Արվեստի վաստակավոր գործիչ,
Ամենայն հայոց կաթողիկոսի մշակութային
հարցերով խորհրդական

¼ ø ² ð ¼ ø ² ð Û ² Ü
(1849-1923)

´ ² ð ² è Æ ° ð ° i à ò Ú Â
Û Î ² ð â ² Î ² Ü ² Խ Ê ² ð ð à ò Ø

Ֆրանսիացի հայագետ Ֆրեդերիկ Մակլերը իր «Ֆրանսիան և Հայաստանը պատմության ու արվեստի միջով» (1917) աշխատության երկրորդ բաժնում, տեղեկություններ է հաղորդում Փարիզում ստեղծագործող հայ արվեստագետների մասին, որոնց մեջ որպես ամենատարեցի առաջինը հիշում է Զաքար Զաքարյանին։ Խիստ համառոտ կենսագրականին Մակլերը հավելել է ֆրանսիական մամուլից քաղած մի քանի էջ կազմող ընդհանուր առմամբ Զաքարյանին բնութագրող խիստ ուշագրավ տողեր։

Ուշագրավը նախ Զաքարյանի կենսագրությունն է։ 1849-ի օգոստոսին Կ. Պոլսում ծնված Զաքարին տասնութ տարեկան հասակում ծնողները Փարիզ են ուղարկում բժշկություն ուսանելու։ Լա հաջողությամբ հանձնում է Սեն-Բարբ հաստատության ավարտական քննությունները, ինչպես նաև անցնում բժշկական էքստերն մրցույթ և երեք տարի էլ՝ մինչև 1878-ը, աշխատում է հիվանդանոցներում։

Ապրելով լատինական թաղա-



Էդգար Դեգա. Զ. Զաքարյանի դիմանկարը,
1885 թ.
Դավիթ Վելլ հավաքածու. Փարիզ

մասում Զաքարյանը մտերմանում է ֆրանսիացի նկարիչների հետ, որոնց ներկայությամբ նկարած առաջին նախափորձը հիացական արտահայտություններ է կորզում։ Այսպես ի հայտ է գալիս թաքնված տաղանդն ու Զաքարյանին միանգամից «շղթայում» նկարչական աշխարհին։ Ծնողները հուսահատության են մատնվում...

Բոհեմական կյանք մտած երիտասարդ բժշկի նոր մասնագիտությանը փոխարինում են

թանգարանները, զրույցները բարեկամների և մասնավորապես նշանավոր Էդգար Դեգայի հետ։ 1879-ին Վոլնեյ ակումբում Զաքարյանի նատյուրմորտը հաջողություն է գտնում. 1885-ին Շանգ-Էլիզե սալոնում ցուցադրած երկու գործերից մեկը գնում է Օդլեանի թանգարանը։ Քիչ անց նույն պատվին են արժանանում ևս տասներկու գործ։

Ինքնուս ձանապարհով պրոֆեսիոնալ վարպետություն ձեռք բերելու մեջ է Զաքարյան երևույթի բացահայտությունը, այնքան բացահայտիկ, որ նա 1889 և 1900 թվականների ընդհանուր ցուցահանդեսներում արժանանում է ոսկե մեդալի, իսկ 1889-ին նաև ստանում Պատվո լեգիոն շքանշան։

Ահա ֆրանսիական մամուլից Մակլերի քաղած մի քանի ասույթներ. «Մալոնի նկարիչներից քանի՞սը կկարողանան դիմանալ մեր թանգարանների վարպետների հարևանությանը, Զաքարյանի նատյուրմորտները անվարան նրանց կողքին դնել (New York Herald, 1909)։ «Մարդ որքան ուսումնասիրում է Զաքարյանի նկարները, այնքան գերազանց

արժանիքներ է գտնում... մի Շարդեն է նա՝ առանց Շարդեն լինելու» (Journal des Arts, 21 մարտ 1908): «Ստվերում գտնվող Ջաքարյանի սալորները պահպանում են արևի տաքությունը, իսկ «Երաժշտական գործիքները» անզուգական են արձագանքում հին երաժշտության ոգուն, լուռ են, բայց ձայնեղ, հառաչում են, նաև հեկեկում. ջութակն այստեղ, ինչպես նշել է Բողերը, դողդողում է վշտաբեկ սրտի նման» (Revue de Paris, 1, հունիս, 1907): «Ինչ վերաբերում է ցուցահանդեսի նատյուրմորտներին, ապա դրանց միակ ներկայացուցիչը Ջաքարյանն է, չկրկնելով Շարդենին՝ կարողանում է օգտվել նրա խորհուրդներից և ամենահամեստ իրերին հաղորդել վայելչություն» (Le temps, 2 մարտ, 1908):

Ջաքարյանը հիմնականում ներշնչվել է նատյուրմորտի հոլանդական վարպետներից և հատկապես Շարդենից: Չնայած XVIII դարի ֆրանսիացի ականավոր իրապաշտի ու Ջաքարյանի արտահայտչական սկզբունքների նմանությանը՝ ինչ-որ բան, որ զգացվում է նաև նշված բնութագրերում, հայ նկարչի արվեստն օժտում է ուրույն նկարագրով:

Ջաքարյանի՝ իբրև սոսկ նատյուրմորտի վարպետի գլխավոր հատկանիշը պատկերների գծային անթերի կառուցվածքն



Նատյուրմորտ սրճաղացով, 1890-ական թթ., ՀՀ Ազգային պատկերասրահ



Նատյուրմորտ. դեղձեր, 1910-ական թթ., մասնավոր հավաքածու, Երևան

է, նյութի խոր զգացողությունը, երփնագրի հագեցվածությունը, պտուղների թափանցիկության ամրագրումը, գույների ու լուսաստվերների թրթռուն խաղերը: Իրերի ինքնօրինակ խմբավորման ու կատարման բարձր վարպետության շնորհիվ Ջաքարյանի «անխոս» աշխարհը, ուր միշտ առկա է ջրով մի բաժակ, կենդանություն է առնում, բանաստեղծականանում է, օժտվում գեղանկարչական մթնոլորտի խորհրդավորությամբ:

Ուշադիր դիտելիս նկարչի լավագույն գործերում կարելի է զգալ մարդկային կենդանի շնչի առկայությունը, որ նրա բնածին շնորհի գլխավոր գիծն է և անկասկած իր արվեստի հաջողության բուն գրավականը:

Նա նախընտրում է առարկաների սակավությունը և ձգտում դրանց տալ զուսպ և ներամփոփ արտահայտություն: Ըստ երևույթին, այս պարագան է նկատի ունեցել ու գնահատել ժամանակի մեծ նկարիչ Էդգար Դեգան: Իր նամակներից մեկում կարդում ենք. «Ուղևորության ժամանակ ես հաճախ դուրս եմ նայում վագոնի պատուհանից ու մտածում: Դուրս չգալով տնից՝ հնարավոր չէ՞ արդյոք նկարել բնության ուզածդ պատկերը: Ահա իմ բարեկամ Ջաքարյանը. նա կարող է մեկ ընկույզով, մեկ ողկույզ խաղողով ու մեկ դանակով տասը տարի աշխատել՝ փոխելով միայն դրանց տեղերը..., իսկ Ռուարը ջրաներկ է արել անդունդի եզրին, կարծես թե նկարչությունը



Նատյուրմորտ, 1900-ական թթ.,
Կաթողիկոսարանի թանգարան. Էջմիածին

սպորտ է...»:

Չաքարյանի կտավներում առարկաները, ի տարբերություն Շարդենի, պատկերված են մթագնած ֆոնի վրա: Նկարչի վրձնով արարված լույսը գաղտնագրային է: Իրերի ստվերոտ մասերը նրբորեն սահում են լուսազերծ ֆոնով ու դիտողին ասես առաջնորդում շրջապատից քաշված, ինքն իր հետ խոկացող մարդու ներաշխարհ: Կտավներում «ընթեռնելի» լույթյան, կարոտի ու առանձնության ապրումները, անկասկած, թելադրված են ժամանակով ու անբաժան են նկարչի հոգեկանից:

Չաքարյանը համազոր արտահայտչականության է հասնում նաև պաստելի (կավձամատիտ) օգտագործմամբ: Ամենայն հավանականությամբ նկարելու այդ միջոցին դիմելը առնչվում է Դեգայի հետ ունեցած հոգեհարազատությանը: Ի դեպ, վերջին տասնամյակներին մեզ հայտնի դարձած Չաքարյանի հիմնալի դիմապատկերը Դեգան պաստելով է նկարել: Հավանաբար հայ նկարիչը սիրել է կավձամատիտի տեխնիկան և հմայվել դրա արդյունքով մակերեսի թավշային հնչեղությամբ և, ինչպես յուղա-

ներկում, հասել է գերազանց արդյունքի: Պաստելի հոչակավոր վարպետ Դեգան այս հարցում անկասկած դեր է ունեցել:

Հետաքրքրական է նաև, որ Չաքարյանի կտավներում հետզհետե սկսում են գերակշռել արևելյան կենցաղի առարկաներ, արևելքի հողի պտուղներ, որոնք դիտողի միտքը ակամա ուղղում են դեպի այն միջավայրը, որի ծնունդն է նկարիչը: Դրանք ընկալվում են իբրև անցյալի հովերով ու հիշատակներով ապրող մարդ-արվեստագետի հույզերի թարգման: Այս տեսակետից ուշագրավ է «Սրճաղացով



2. Չաքարյան, լուսանկար, 1910-ական թթ.

նատյուրմորտը»: Այստեղ փայտյա սրճաղացի մուգ կարմրավուն գույնն ու կոթի երկաթյա սևը բարկ լույսի մեջ ստեղծում են այնպիսի պատրանք, որ կարծես սուրճի բուրմունք են տարածում...

Արևելքի շունչը նկատելի է ոչ միայն պաստելով արված

նատյուրմորտներում, այլև գորգի արտադրության համար կատարած հորինվածքով նատյուրմորտ հանդիսացող էսքիզներում: Չաքարյանի այդ բնույթի գործերից երկուսը վերատպվել են ֆրանսիական գորգարվեստին նվիրված պատկերագրքերում: Չաքարյանի մասին գրված է Ռոժե Պերի «Գեղարվեստի ընդհանուր պատմության» և Պոլ Ադամի «Ֆրանսիական արվեստի տասը տարին» աշխատություններում:

Չաքարյանի մեզ հայտնի գործերը վկայում են, որ նրա ստեղծագործական մեթոդը առանձնապես փոփոխության չի ենթարկվել: Սակայն վերջին տարիներին իմ տեսած նատյուրմորտները, որոնք ուշ շրջանի գործեր են, հուշում են այլ բան: Ճեղքված պտուղների ձևախեղված բացվածքները կամ մսի կտորները պատկերված են ոչ թե նախկին գործերին բնորոշ հանգստությամբ, գունային մակերեսի ողորկությամբ, այլ ներկի հաստ շերտի համարձակ, դրամատիկ, ներազդող վրձնաքսվածքով. մի պարագա, որ խոսում է Չաքարյանի արդիական ոճաձևեր յուրացնելու մասին:

Շատ սուղ են Չաքարյանի



Նատյուրմորտ, 1910-ական թթ.
վաճառվել է Մագ Դուգալ աճորդատանը, Լոնդոն

կենսագրական տվյալները: Շատ քիչ է նաև նրա՝ մեզ ծանոթ գործերի թիվը: Դատելով ընդամենը երկու տասնյակ կտավներից՝ պարզ կարելի է տեսնել, որ նա մենակյաց, մի տեսակ ձգնավորի կյանք է ունեցել: Այդ է վկայում նաև նկարչի մեզ հասած միակ լուսանկարը՝ արվեստանոցում, գլխարկը իջեցրած ձակատին:

Չաքարյանի մահից միայն երեք տարի անց նրա կտավները մասնակից դարձան ֆրանսահայ արվեստագետների «Անի» ընկերության անդրանիկ



Նատյուրմորտ. սալորներ, 1890-ական թթ.
ՀՀ Ազգային պատկերասրահ

ցուցահանդեսին: Հայկական այդ նկարահանդեսով սկսեց արձատանալ Չաքարյանի բացառիկ տեղը մեր նկարչության պատմության մեջ:



Նատյուրմորտ. թգեր, 1900-ական թթ.,
գտնվում է Փարիզի հայկական թանգարանում

ԴԵՎԻԴ ԲԻԵԼԼՈՒ ԼԵՋՈՒՆ ԵՎ ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ՀԱՐԱՔԵՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ*

Հուլանդացի երեխաներին և չափահասներին, որոնք սովոր են նկարագրել տարածական հարաբերությունները խոսողի տեսակետից, հետազոտողները համեմատել են որսորդների նամիբիական ցեղերից մեկի երեխաների և չափահասների հետ, որոնք տարածությունը նկարագրելիս սովորաբար օգտագործում են դիտորդի հետ առնչություն չունեցող բնութագրեր: Գիտնականները թաքցնում էին խորանարդիկը իրենց առջև դրված հինգ շրջված անոթներից մեկի տակ և փորձարկման ենթարկվողներին առաջարկում

էին գտնել նույնպիսի խորանարդիկ իրենց առջև դրված բաժակներից մեկի տակ: Հոլանդացիներն ավելի արագ էին գտնում խորանարդիկը, եթե դրա տեղադրու թյունը կարելի էր հարաբերակցել փորձարարի դիրքի հետ (օրինակ՝ նրանք ասում էին. «խորանարդիկը գտնվում

է փորձարարից ձախ»): Ընդհակառակը, նամիբիացիները ավելի արագ էին կատարում հանձնարարությունը «երկրակենտրոն» պայմաններում («խորանարդիկը գտնվում է հյուսիսին մոտ»): Երկրակենտրոն բնութագրերից էին նախընտրում օգտվել նաև չորսամյա գերմանացի երեխաները, ինչպես նաև մարդանման կապիկները: Փորձի հեղինակների կարծիքով՝ դրսևորված տարբերությունները գերմանացի և հոլանդացի երեխաների միջև, որոնք թեստը կատարելիս օգտվում էին եսակենտրոն բնութագրերից, կապված են տարածական հարաբերությունների ըմբռնման բնածին նախապատվությունների վրա լեզվի ազդեցության հետ:



* «b m, l e -Յ», 2007, N 5.



ԱՂԱՏ ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Մ. Արտյանի անվան գրականության ինստիտուտի տնօրեն, բանասիրական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, գիտական աշխատությունները վերաբերում են XIX-XX դդ. հայ գրականության պատմությանը

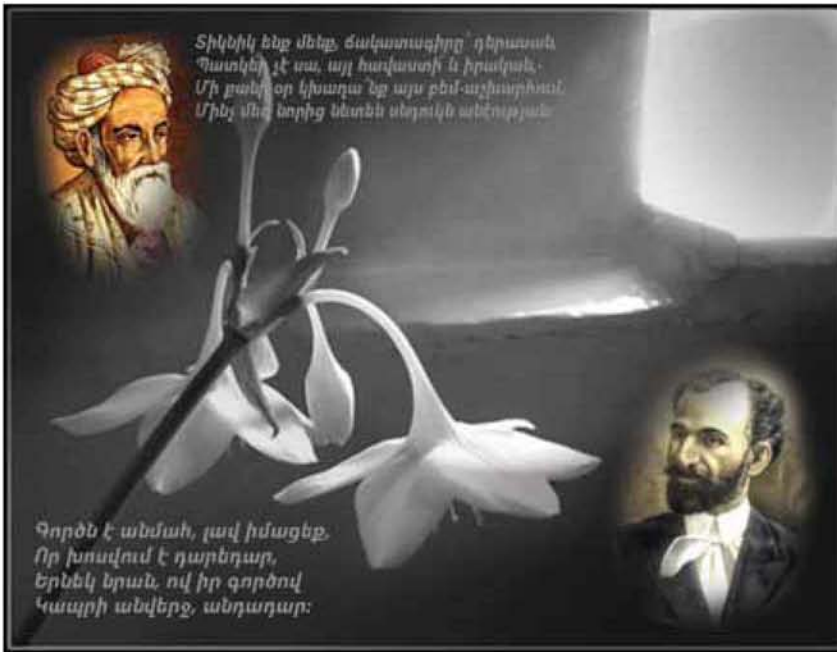
ՄԱՀՎԱՆ ԸՆԿԱԼՈՒՄԸ ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԵՎ ԽԱՅԱՄԻ ԱՏԵՂԾԱԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ՄԵԶ



Հովհաննես Թումանյանի ստեղծագործությունը եվրոպական և արևելյան տարրերի միահյուսման բարձրագույն օրինակն է մեր գրականության մեջ: Իր ժանրային համակարգը գերազանցապես եվրոպական է, բացի քառյակից, որը կյանքի վերջին տարիներին կենտրոնական տեղ է գրավում նրա բանաստեղծության մեջ: Պոեմ, բալլադ, բանաստեղծություն, պատմվածք, հեքիաթ. սրանք բոլորը եվրոպական ժանրեր էին, որոնք զարգացման մեծ ծանապարհ էին անցել նաև հայ գրականության մեջ: Բայց դրանց բովանդակությունը Թումանյանն էապես փոխում է. արևելյան տարրը այստեղ անհնար է չնկատել: Այս խնդրի մանրամասն քննությունը թողնելով ուրիշ անգամվա՝ մատնացույց անենք միայն նրա անավարտ չափածո հեքիաթ-պոեմը, որին ինքն

այնքան մեծ նշանակություն էր տալիս՝ «Հազարան բլբուլը»: Չափածո հեքիաթը, ինչպես գիտենք, շատ տարածված էր ուս գրականության մեջ: Հայ գրականության մեջ դրա վարպետը Հովհաննես Թումանյանն էր: Ժանրային ձևը, իբրև այդպիսին, արևելյան արմատներ կարծես թե չունի: Բայց բովանդակությունը հենվում է գերազանցապես արևելյան մոտիվների վրա: Թեմայի թելադրանքով մենք պետք է առանձնացնենք «Դեպի անհունը» պոեմը, որն այնքան վեժեր է առաջացրել հայ գրականագիտության մեջ: Հիմա, այդ վեժերը մի կողմ թողնելով՝ պետք է ուշադրություն դարձնենք մի հանգամանքի. ձևով միանգամայն եվրոպական այդ գործը, որը քնարական պոեմի միակ օրինակն է Թումանյանի ստեղծագործության

մեջ, նվիրված է զուտ արևելյան մի խնդրի՝ ի՞նչ է մահը (դժվար է այդպիսի պոեմ պատկերացնել արևմտյան որևէ գրականության մեջ): Թումանյանը (կամ նրա քնարական հերոսը) ձգնում է հասկանալ մահվան գաղտնիքը. ոչ թե մահվան ֆիզիոլոգիական էությունը, այլ նրա տեղը մարդու կյանքում (նաև գիտակցության մեջ): Հարազատ մարդու կորուստը հերոսին ստիպում է տառապագին խորհել մահվան մետաֆիզիկական գաղտնիքի մասին, բացատրություն փնտրել: Այն, ինչ նա ընկալում է իբրև պատասխան իրեն տանջող հարցերին, դեռ շատ համոզիչ չէ, դեռ չունի կենսական այն բովանդակությունը, որ գտնում ենք նրա հետագա տարիների ստեղծագործության, մանավանդ քառյակների մեջ («Դեպի անհունը» գրված է 1894-1903 թթ., իսկ քառյակները՝ հիմնականում



Տիկնիկ ենք մենք, ճակատագիրը՝ դերասան
Պատկերի չէ սա, այլ հավաստի և իրական,
Մի բանկ՝ որ կհաղա նր այս բն-աշխարհում,
Մինչ մեզ տորից նետեն սեղանի անելության

Գործն է անմահ, լավ իմացեք,
Որ խոսվում է դարեդար,
Երեկ երան, ով իր գործով
Կապրի անվերջ, անդադար:

1916-22 թթ.): Ի վերջո, նրա լավագույն պոեմը՝ «Թմկաբերդի առումը», ևս սերտորեն կապված է այս խնդրին:

*Մենք ամենքս հյուր ենք կյանքում
Մեր ծննդյան փուչ օրից,
Էսպես գալիս, անց ենք կենում
Ես անցավոր աշխարհից:*

Սա հենց այն աշխարհագրագրությունն է, որն հատուկ էր Արևելքի մեծ բանաստեղծներին: Այս աշխարհագրագրությունը խոր արձագանքներ է ունենում նաև հայկական աշուղական բանաստեղծության մեջ, այն բանաստեղծության, որ տարածված և սիրված էր ժողովրդական միջավայրում: «Հազար միլիոն փող ունենամ, մահս եկավ՝ թողնեմ գնամ», -թախիծով արձանագրում է Մահուրի Գևորգը: Պատահական է, որ «Թմկաբերդի առումից» վերը բերված քառյակը արտասանում է Թափառական աշուղը: Աշուղը ժողովրդի ծայնն է, բայց աշուղը նաև արևելյան մշակույթի ծնունդն է: Եվ պետք է ուշադրություն դարձնել այն բանին, որ աշուղը Թմկա գեղեցկուհի իշխանուհու դավա-

ճանության պատմությունը պատմում է կյանքի անցողիկության այս արձանագրման ֆոնին: Այսինքն՝ գործի անմահության գաղափարը սերտորեն կապված է մարդու անցողիկության սուր զգացողության հետ: Հենց այս կետում է, թերևս, Թումանյանը էականորեն տարբերվում է այս-մից ու մյուս արևելցիներից: Բայց, մինչ այդ, դեռ այն ընդհանրությունների մասին, որոնք Թումանյանին կապում են պարսկական բանաստեղծության, առաջին հերթին հայամի հետ: Ակնհայտ է, որ թումանյանական քառյակի արմատները հայամի ստեղծագործության մեջ են: Մենք ունենք այս իրողության վկայությունը հենց Թումանյանի քառյակներում.

*Խայամն ասավ իր սիրուհուն. «Ուտղը ըզգոյշ դիր հողին,
Ո՛վ իմանա՞ որ սիրունի բիբն ես կոխում դու հիմի...»
Հե՛յ, ջան, մենք էլ ըզգոյշ անցնենք, ո՛վ իմանա, թե հիմի
Էն սիրունի բիբն ենք կոխում, թե հուր լեզուն Խայամի:*

Խայամի նկատմամբ հետաքրքրությունը պետք է խթանվեր հատկապես 10-ական թթ. Արևելքի հանդեպ Թումանյանի մեջ ուժեղացած հետաքրքրությամբ:

Հայ բանաստեղծը, զգված Արևմուտքից, Արևելքը համարեց իր հոգու հայրենիքը: Խայամը նրան հոգեհարազատ պետք է լիներ իր մտածողության այն որակով, որ կարելի է, մի քիչ պայմանակա-նորեն, համարել հակաբուրժուական: Թումանյանը արևմտյան նյութապաշտությանը հակադրում էր հոգու այն պաշտամունքը, որը տեսնում էր արևելյան աշխարհագրագրության մեջ: Ոչ թե նյութական բարեկեցության կիրքը, ոչ թե մեքենական քաղաքակրթության բարիքները, այլ կյանքի և մահվան, մարդու մարդկայնության հարցերը, որոնք, մանավանդ Առաջին համաշխարհային պատերազմի ֆոնին, արևելյան աշխարհագրագրության մեջ շատ ավելի էին ընդգծվում:

Ուրեմն, կյանքի և մահվան խնդիրը ի սկզբանե հուզում էր Թումանյանին (ինչպես նաև Իսահակյանին): Բայց քառյակը պետք է դառնար լավագույն ժանրը այդ խնդրի արծարծման համար: Ավանդույթը ստեղծված էր պարսկական, հատկապես խայամյան քառյակով: Մի ուրիշ իրողությամբ էլ էր պայմանավորված Թումանյանի հետաքրքրությունը քառյակի ժանրի հանդեպ: Թումանյանը միշտ ձգտել էր խոսքի հակիրճության. ինչպես հայտնի է, կրճատելու կարողությունը նա համարում էր գրողի կարևորագույն հատ-

կանի շնորհից մեկը: Իսկ քառյակը հենց բանաստեղծական

ամենահակիրճ ձևերից մեկն էր՝ Խայամի և մյուսների կողմից կատարելության հասցրած:

Եվ այսպես, Թումանյանի համար քառյակը դառնում էր կարևորագույն ժանրերից մեկը:



Կյանքի գլխավոր, սահմանային հարցերի քննարկման համար նա գտնում էր շատ հարմար, հոգեհարազատ մի ձև: Եվ քառյակների մի մասն իսկապես շատ մոտ է խայամյան զգացողություններին: Մեկն արդեն հիշեցինք վերևում: Հիշենք նաև հետևյալները.

-Էս է, որ կա... Ճիշտ ես ասում. թասըդ բեր, Էս էլ կերթա հանց երազում, թասըդ բեր: Կյանքն հոսում է տիեզերքում զընգալեն, Մեկն ապրում է, մյուսն ըսպասում, թասըդ բեր:

Այս քառյակը շատ հարազատ է խայամյան աշխարհագրոլոլոյանը. կյանքը վաղանցիկ մի բան է, և պետք է այն վայելել, քանի դեռ կենդանի ես: Մյուս քառյակը ևս կարող է համարվել արձագանք խայամին՝

*Երկու շիրիմ իրար կից,
Հավերժական լուռ դըրկից,
Թախծում են պաղ ու խորհում,
Թե ինչ տարան աշխարհից:*

Կյանքի անցավորության մոտիվն է սա՝ մեզ ծանոթ և Հին Կտակարանից և խայամի քառյակներից ու առհասարակ պարսկական քառյակից: Բայց Թումանյանը, պահպանելով դասական, խայամյան քառյակի ձևի և բովանդակության որոշ գծեր, ստեղծեց քառյակի իր տարբերակը

շնորհիվ իր աշխարհընկալման այն կարևորագույն տարրերի, որոնք նրան տարբերում էին խայամից և արևելյան այլ մտածողներից: Նորից հիշենք՝ ո՞րն է խայամի քառյակների առանցքը: Կյանքն անցողիկ է, և ուրեմն պետք է վայելել այն, քանի դեռ

հնարավորություն ունենք: Այսինքն՝ մահվան անխուսափելիության ցավը ժամանակավորապես մեղմացնում ենք սիրով

և գինով: Բայց Թումանյանն իր քառյակներում և ամբողջ ստեղծագործության մեջ մի քիչ այլ խնդիր է լուծում: Որտե՞ղ պետք է փնտրել մարդու անմահությունը. այսինքն՝ ոչ թե մեղմացնել մահվան անխուսափելիության ցավը, այլ հաղթել մահին: Այս վերջինը շատ պաթետիկ է թվում Թումանյանի համար. բայց, իրականության մեջ, նա հենց այդպիսի խնդիր է լուծում՝ հենվելով ժողովրդական կենսազգացողության վրա: Ամենից առաջ պետք է հիշենք «Թմկաբերդի առումի» հայտնի տողերը՝

*Գործն է անմահ, լավ իմացեք,
Որ խոսվում է դարեդար,
Երնեկ նրան, ով իր գործով
Կապրի անվերջ, անդադար:*

Սա մարդու անմահության այնպիսի բանաձև է, որից ավելի

ոչինչ ասել հնարավոր չէ: Ֆիզիկական մահվանը կարելի է հաղթել միայն հեքիաթներում. բայց Թումանյանի հեքիաթներում մարդը կարող է հրաժարվել նաև ֆիզիկական անմահությունից հանուն գործի: Հիշենք «Ոսկի քաղաք» հեքիաթի հերոս Դիվանային: Երբ Գոհար թագուհին, գեղեցկուհու կերպարանք ընդունած, նրան անմահություն է առաջարկում, Դիվանան հրաժարվում է դրանից հանուն իր սիրո, իսկ Քանաքարայի հետ ամուսնանալով՝ ոչ թե «վայելում է իր սերը», այլ որոշում է, Գոհար թագուհու օրինակով, փորձել երջանակացնել իր համաքաղաքացիներին և հպատակներին: Թումանյանի հերոսը, ինչպես ցանկացած մարդ անհատ, խորին թախիծով է ընդունում ֆիզիկական մահվան անխուսափելիությունը, բայց միշտ փնտրում է այնպիսի անմահություն, որը տարբեր է ֆիզիկական անմահությունից: Գործի անմահության գաղափարը մահվան անխուսափելիությունից դուրս բերող ելքերից մեկն է, որ շատ կարևոր է Թումանյանի համար. «Թմկաբերդի առումը» այս իրողության գերազանց դրսևորումներից մեկն է: Այստեղ պետք է անպայման հիշել «Աղբյուրը»



սքանչելի բանաստեղծությունը. հովվի շինած «խոր գուշը», որ հագեցնում է բոլոր կենդանի արարածների՝ մարդկանց և կենդանիների ծարավը, անմահացնում է նրան մարդկանց հիշողության մեջ: Այս առանձնահատկությունը ձիշտ գնահատելու համար հիշենք՝ իսլամի քառյակներում գործի պաշտամունք չկա: Իսլամը մեծ հայեցող է, ինչպես վայել է արևելյան իմաստունին: Եւ գինետնից դուրս չի գալիս: Իսլամին հուսահատեցնում է հենց ֆիզիկական մահը, որն արժեզրկում է ամեն ինչ՝ բացի այն բարիքներից, որոնք մոռացություն են բերում՝ գինին և սերը: Թումանյանի դեպքում, ի վերջո, մահվան անխուսափելիությունը ծնում է բարոյական կատարելության և դրանով անմահանալու ցանկությունը. «Ա՛խ, երանի, ով մարդ կգա ու մարդ կերթա անարատ»: Երանի ոչ թե նրան, ով չի մեռնում, այլ նրան, ով թողնում է անարատ մարդու անուն:

Թումանյանի ստեղծագործության մեջ կա անմահության մեկ ուրիշ ըմբռնում, որը դարձյալ շատ էական է, և այստեղ **Թ ու մ ա ն յ ա ն ը** թերևս ավելի սկզբունքորեն է

տարբերվում իսլամից, քան առաջին դեպքում: Թումանյանը, չընդունելով եկեղեցին, մնում էր հավատացյալ այս բառի բարձր, փիլիսոփայական իմաստով: Հավատը նրա համար նշանակում էր ոչ թե հավատ գերբնական զորության, կոնկրետ կրոնի գերագույն էակի հանդեպ, այլ հավատ այն բարձրագույն զորության առջև, որը կարգավորում և իմաստ էր տալիս ամեն ինչին, կառավարում էր տիեզերքը: Իսլամը, ընդհակառակը, թշնամանքով է վերաբերում բոլոր տեսակի բարձրագույն էակներին, որոնք փորձում են երկնքից կառավարել իրեն: Աթեիզմի մասին խոսք լինել չէր կարող այդ դարերում. բայց կա աստծու հետ վեճը. սա մենք տեսնում ենք և մեր Ֆրիկի ստեղծագործության մեջ, և իսլամի գործերում: Եւ այս ձևով իսլամը աստծուն

*Ամեն անգամ Քո տվածից երբ մի բան ես Դու տանում,
Ամեն անգամ, երբ նայում եմ, թե ինչքան է դեռ մընում, -
Չարմանում եմ թե՛ ո՛վ Շոայ, ի՞նչքան շատ ես տրվել ինձ,
Ի՞նչքան շատ եմ դեռ Քեզ տալու, որ միանանք մենք նորից:*

իջեցնում, հավասարեցնում էր իրեն: Հիշենք հայտնի քառյակը՝ գինու կոտրված գավի մասին. Իսլամը հավատացած է, որ զայրացած աստված իր աստվածընդդեմ խոսքերի համար քամի բարձրացրեց, որը կոտրեց իր գավը: Եվ դրանից զայրացած՝ իսլամը հարց է տալիս, թե էլ ո՞րն է տարբերությունը իր և Աստծո միջև, եթե աստված էլ սովորական մահկանացուի նման կարող է վրեժ լուծել: Սա ժամանակի հոգևոր կյանքը բնութագրող շատ հետաքրքրական քառյակ է: Թումանյանի ստեղծագործության

*Ես շընչում եմ միշտ կենդանի Աստծու շունչը ամենուր,
Ես լըսում եմ Նըրա անլուռ կանչն ու հունչը ամենուր.
Վեհացնում է ու վերացնում ամենալուր իմ հոգին
Տիեզերքի խոր մեղեդին ու մըմունջը ամենուր:*



մեջ ոչինչ նման հնարավոր չէ գտնել: Թումանյանն իսկապես խոնարհվում է այդ մեծ, կարգավորող, ամեն ինչին իմաստ տվող զորության առջև:

Պատահական չէ կամ երկրորդական մանրամասն չէ այն, որ այդ զորությանը վերաբերող բոլոր դերանունները Թումանյանը գրում է մեծատառով: Եվ ուրեմն,

մարդ չի անհետանում, չի ոչնչանում. մարդը ձուլվում է այդ մեծ էությանը, վերադառնում է դեպի նա, որից և դուրս է եկել.

Սա մահվան մի այնպիսի զգացողություն է, որ իսպառ բացակայում է իսլամի ստեղծագործության մեջ: Մահը՝ ոչ իբրև ոչնչացում, այլ իբրև վերադարձ



դեպի մեծ աշխարհ, դեպի տիեզերքի, Աստծու գիրկը. այստեղ այս բոլոր անվանումները հոմանիշներ են և կարող են փոխարինել մեկը մյուսին: Հիմա կարդանք Խայամի քառյակներից մեկը.

*Մի ռենդ տեսա՝ խանի սեմին նստած մոլոր,
Ոչ գյալուր էր, ոչ՝ մուսուլման հավատավոր,
Ոչ ծշմարիտ շարիաթ ուներ, ոչ էլ՝ հավատ, -
Կամր այս ու այն կյանքում Սուֆի այդքան հզոր:
(Թարգմ. Գ. Էմին)*

Խայամի հիացմունքն հարուցած մարդը խոսված է աշխարհից, տիեզերքից և աստծուց: Եւ իրեն համարում է իրավագուրկ մի էակ տիեզերքում՝ ենթակա անհայտ տիրոջ քմահաճույքներին, տեր, որի հետ նա սիրում է վիճել: Եւ չունի և չի փնտրում այն հենարանը, որ Թումանյանի հերոսը գտնում է տիեզերքի, աստծու, բնության օրենքների մեջ:

Խայամի քառյակներում մարդը ձակատագրի խաղալիքն է: Արժե այստեղ հիշել նրա հռչակավոր քառյակներից մեկը.

*Տիկնիկ ենք մենք, ձակատագիրը՝ դերասան,
Պատկեր չէ սա, այլ հավաստի՝ և իրական, -
Մի քանի օր կխաղանք այս բեմ-աշխարհում,
Մինչ մեզ նորից նետեն սնդուկն անէություն:
(Թարգմ. Գ. Էմին)*

Մարդը պատահական ու ժամանակավոր հյուր է աշխարհում: Խայամի ըմբոստությունը կրոնի, արարչի և նրա ստեղծած կարգերի դեմ (որը հաճախ միակողմանիորեն ընդգծվում է) մարդուն զրկում է տիեզերքում կայուն, օրինական տեղ ունենալու գիտակցությունից: Այստեղ է Թումանյանի և Խայամի էական տարբերություններից մեկը:

Խայամն անվերջ կոիվ ունի աստծո դեմ. Թումանյանը աստծու մեջ, որ տիեզերք է և բնություն, հենարան է գտնում:

Թումանյանի այս քառյակ-

ները, ինչպես և մահվանը վերաբերող մնացած բոլոր գործերը մեկ անգամ ընդմիջտ տրված պատկերացումներ չեն. սկեպտիցիզմն ու հոռետեսությունը խորթ չեն ո՛չ Խայամին, ո՛չ էլ Թումանյանին: Բայց Թումանյանը չի մնում այդ պատկերացումների սահմաններում: Նրա արմատները շատ խորն էին

մխրձված ժողովրդական պատկերացումների մեջ դրանցով բավարարվելու համար: Եւ փնտրում էր անմահության ձանապարհը, և այդ որոնումները նրան հանգեցրին գործի անմահության և մեծ էությանը վերադառնալու գաղափարներին: Վերջիններիս իսկական բնույթը կարելի է հասկանալ միայն այս շարժման մեջ՝ մահվան թախծից մինչև անմահության որոնումը: Վերջապես, անմահ գործի և մեծ տիեզերքի ըմբռնումները նրան ամբողջապես և վերջնականապես չեն ազատում մահվան թախծից, որից որևէ մարդ չի կարող վերջնականապես ձերբազատվել: Հիշենք վերջին գործերից «Սիրիուսի հրաժեշտը»՝ գրված 1922-ին. բանաստեղծը խորին տխրությամբ հարց է ուղղում Սիրիուսի միջոցով հզոր



մահվանը՝ «Մարդու քանի՞ Կյանք կանի Մի հրաժեշտն աստեղային»: Մարդկային կյանքի խուսափուկության, վաղանցիկության ցավը նրան

չի լքում: Զմուռնանք նաև Թումանյանի բալլադներից մեկը՝ «Էսպես չի մնա», որը այնքան էլ հաճախ չի գրավում ընթերցողների ուշադրությունը: Այդ բալլադը Թումանյանի ամենատխուր, նույնիսկ կարելի է ասել՝ հոռետեսական գործերից մեկն է, որտեղ նա շատ է մոտենում Խայամին: Այս կյանքում ոչ մի հիմնավոր բան չկա, ամեն ինչ փոփոխվում և անհետ կորչում է: Բայց Թումանյանի հոգին սևեռված չէ այդ գաղափարին, ինչպես Խայամի ստեղծագործության մեջ. դա նրա որոնումների ելևէջներից մեկն է, առանց որի Թումանյանի հռչակավոր լավատեսությունը ձիջտ գնահատել հնարավոր չէ: Թումանյանի հոգին միշտ ձգտում է դեպի ելքը մարդու գոյության ողբերգականության խավարից: Ահա այս ձգտման մեջ է Թումանյանի աշխարհայացքի էությունը:

Ամենավերջին քառյակներից մեկում, որը նաև ամենակատարյալներից է, Թումանյանը գրում է.

*Աղբյուրները հրնչում են ու անց կենում,
Ծարավները տենչում են ու անց կենում,
Ու երջանիկ ակունքներին երազում՝
Պոետները կանչում են ու անց կենում:*

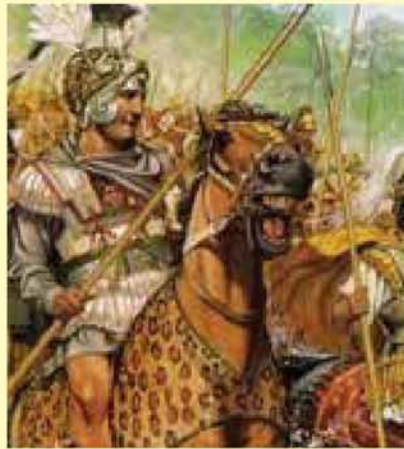
Կրկնվող բառերը քառյակը պարուրում են մի հասկանալի և խոր թախիծով: Բայց տողերի առաջին մասերը կյանքի պոետական դրսևորումներն են, որոնք իմաստ են տալիս անցավոր կյանքին: Կյանքի լույսը և մահվան մոայլությունը, այսպիսով, հավասարակշռվում են: Ահա այս ներդաշնակությունը, որն անվերջ որոնում է Թումանյանի ոգին, մահվան թումանյանական ընկալմանը տալիս է միանգամայն ինքնատիպ, արևելքին ոչ բնորոշ երանգ:

ԳԻՏՆԱԿԱՆՆԵՐԸ ԲԱՅԱՀԱՅՏԵԼ ԵՆ ԱԼԵՔՍԱՆԴՐ ՄԱԿԵԴՈՆԱՅՈՒ ԲԱՆԱԿԻ ԳԱՂՏՆԻ ԶՈՐԱՇԱՐԺԵՐԸ*

- Ալեքսանդր Մակեդոնացին կարողացել էր նվաճել Թիրը մայրցամաքի և կղզու միջև առկա բնական ծանծաղուտի շնորհիվ, կարծում է Լիկ Մարիները՝ երկրաբանական գիտությունների և շրջակա միջավայրի մասին գիտությունների ուսումնասիրության և դասավանդման եվրոպական կենտրոնի աշխատակիցը:

Քրիստոսի ծննդից առաջ 332 թվականին քսաներեքամյա Ալեքսանդրը կանգնած էր ժամանակակից Լիբանանի ափին՝ աչք չհեռացնելով Թիրից՝ փյունիկական փոքր քաղաք-կղզուց, որը հայտնի էր իր առևտրով: Երբ որոշել էր, ինչ գնով էլ լինի, գրավել այն նախքան Եգիպտոս արշավելը:

Ընդամենը մի քանի ամսվա ընթացքում կառուցվեց մեկ կիլոմետր երկարությամբ ամբարտակ՝ մայրցամաքում գտնվող հին Թիրի փայտեղենից և ավերակներից: Անցնելով այդ արհեստական պարանոցի վրայով՝ Ալեքսանդրի բանակը ջախջախիչ հարված հասցրեց քաղաքին: Այդ հաղթանակը մշտապես մեծ տպավորություն է թողել պատմաբանների վրա, սակայն մինչև այժմ ոչ ոք չի դիտարկել այն հարցը, թե որքանով էր իրական ամբարտակի կառուցումը: Խոսում էին ջրի ծանծաղության մասին, ենթադրում էին, որ այդ վայրերում



ծովի խորությունը չէր գերազանցում 5-6 մետրը, բայց առաջադրված տեսությունները հաստատող ոչ մի իրական տվյալ գոյություն չունի: Ի շարս այլոց, առաջ էր քաշվում վարկած, թե գոյություն ուներ բնական ավազե ծովապատնեշ, որը և հիմք ծառայեց ամբարտակի կառուցման համար: Հենց այդ ենթադրությունը որոշեցին ստուգել Լիկ Մարիները և նրա գործընկերները:

Նրանք մեկնեցին Թիր, որտեղ վերցրին հողի նմուշները՝ այժմ կառուցապատված պարանոցից, որը միացնում է «ցամաքը» նախկին Թիր կղզու հետ և մոտակայքի բնակավայրերից: Այդ նմուշները պարունակում էին նստվածքներ, որոնց տարիքը կազմում էր 8.000 տարի:

Գիտնականներն ուսումնասիրեցին նստվածքների տարբեր տեսակները և մանր ծովային բնակիչների մնացորդները, մասնավորապես նրանց հետաքրքրում էին մանրահատիկային նստվածքները և արտաքին փոթորիկներից պաշտպանված փոքրիկ աշխարհի էակները՝ խաղաղ ջրերի վկաները: Պատկերը լրացրին ջրային հոսքերի մոդելավորումը և նախկինում այդ շրջանում անցկացրած հետազոտությունները:

Պարզվեց, որ շուրջ 8000 տարի առաջ այստեղ եղել են ավազաքարի բնական խութեր, որոնք յուրատեսակ ալեհատներ էին: 6000 տարի առաջ ծովի մակարդակը բարձրացել էր, կղզին փոքրացել էր 6-4 կմ: Նստվածքների ներհուսը և գյուղատնտեսական ակտիվ գործունեությունը, ինչպես նաև հաճախակի անձրևները, որոնք սաստկացան 3000 տարի առաջ, նպաստեցին Ալեքսանդրի ժամանակներում ծովի մակարդակից 1-2 մ ցածր խորության վրա գտնվող ծանծաղուտի առաջացմանը:



Այսպիսով՝ ամբարտակի կառուցման վերաբերյալ միտքը պատահական չէր. այն ուներ բնական հիմքեր: Ճարտարագիտական կառույցը փակեց նստվածքների ներթափանցումը: Սակայն ճարտարագիտական գիտության տեսակետից դա զարմանալի է. որպես կանոն, ամբարտակներն ու պատնեշները նպաստում են նստվածքների առաջացմանը:

Մարիների խոսքերով՝ ստացված տվյալները կարող են օգտակար լինել հնագետների համար. դրանք կհեշտացնեն պեղումների տեղերի ընտրությունը:

* <http://www.inauka.ru/discovery/article75187.html>



ՄԻՍԱԲ ԾԵՎԱՀԻՐՃՅԱՆ

ՍՄԲԱՏԻ ՈՐԴԻ ԿՈՒՆԵՆՑԻ՝ ԳԱԼԻԿ ԶԱՐՏԱՐԱՊԵՏ

Հայ շինարարները դարեր շարունակ կառուցել են Հայաստանում և օտար երկրներում: Մինչ օրս էլ դեռ կանգուն են նրանց կառուցած բազմաթիվ շինությունները Ասորիքում, Եգիպտոսում, Իրանում, Իտալիայում, Հնդկաստանում, Ֆրանսիայում, Հունաստանում, Շվեյցարիայում, Թուրքիայում, Հարավսլավիայում, Ռուսաստանում, Վրաստանում և այլուր: Սույն հոդվածը XIII դ. մի շինարար ծարտարապետի մասին է: Նա իր տաղանդը առավելապես ցուցաբերել է Իկոնիայի սելջուկյան սուլթանության տարածքում և հայտնի է դարձել սելջուկյան արքունի ծարտարապետ Կելուկվան բին Սմբատ Կունենի անունով: Նրա անունը, որ բազմիցս նշված է իր կառուցած շինությունների արձանագրություններում, առաջին անգամ հիշատակվում է Միջերկրականի ափին գտնվող Անթալիա բերդաքաղաքի պարիսպների 1225 թ. նորոգման առթիվ: 1207 թ. Իկոնիայի սելջուկյան պետությունը բյուզանդացիներից խլել էր Անթալիան և դրանով էլ ասպարեզ էր մտել իբրև «Ծովային պետութ-

յուն»: Սելջուկյան Ալաէդդին Քեյքուբադ I (1219-1237 թթ.) սուլթանը իր նվաճողական գործունեությանը զուգընթաց մեծ զարկ էր տվել նաև շինարարական գործերին: Նրա ժամանակաշրջանում է շարադրվել Անթալիայի ներկայիս Բալըք-բազար թաղամասում պահպանված աշտարակի չորսուկեստողանոց նորոգման արձանագրությունը՝ արաբատառ ֆարսի գրությամբ. **«Այս շինությունը արտոնեց երկրի և կրոնի մեծ արքա հաղթական սուլթան Քեյքուբադը՝ որդի նահատակ սուլթան Քեյխսրուվի: Թող փառաբանվի նրա հաղթանակը: [Կառուցվեց] նվաստագույն ծառա Սմբատի որդի Կունենցի Կելուկվանի ձեռքով, 622 թվականին»** (արձանագրությունը թարգմանել է պրոֆ. Հակոբ Փափագյանը):

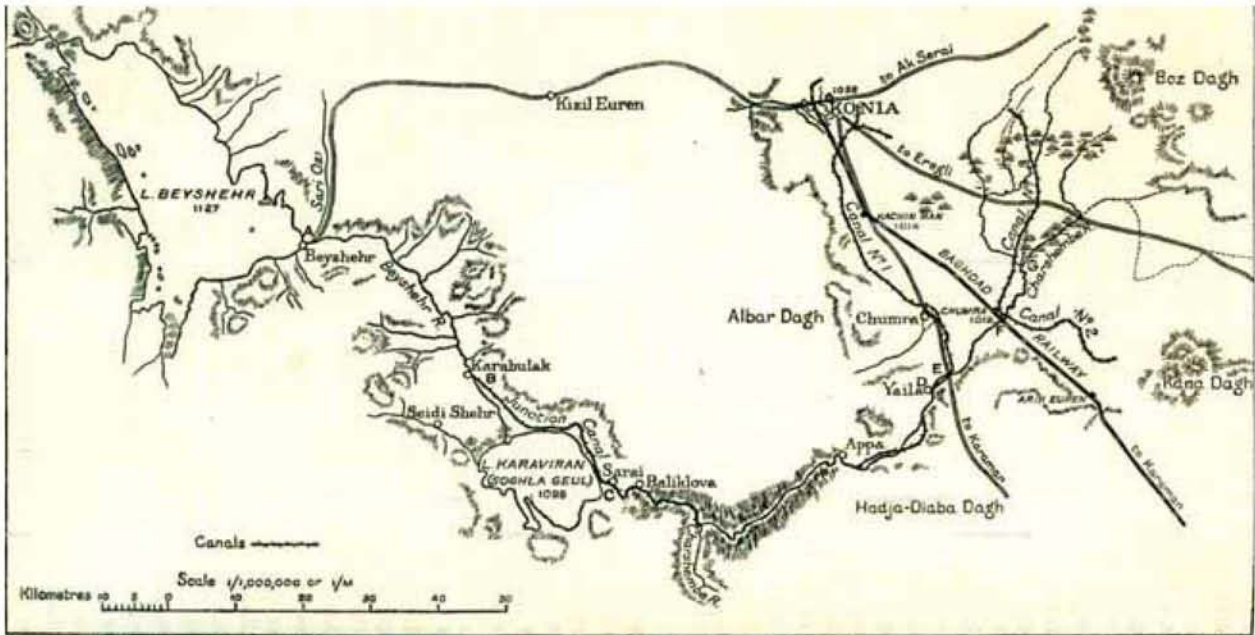
XIII դարի Հայաստանում գործածական անուն էր Գալիկը, որ վկայում են ձեռագիր մատյանները: Գարեգին Ա կաթողիկոսը նշում է 1204 և 1239 թվակիր



երկու հիշատակարաններ, որտեղ առկա է Գալիկ անունը:

Հ. Աձառյանը նույն անվան համար գրել է. **«Գալիկ**, արական **Գալուստ** անվան փաղաքականն է. մի անգամ գտնում են գործածված ժԱ դարում և մի անգամ էլ ԺԵ դարում» (Հ. Աձառյան, Անձնանունների բառարան, հ. Ա, էջ 439):

Ինչպես ցույց է տալիս Անթալիայի բերդի արձանագրության բովանդակությունը, բերդաքաղաքի պարիսպների 1225 թ. (հիջրայի 622) վերանորոգումները կատարվել են Գալիկ ծարտարապետի անմիջական հսկողությամբ: Թուրքական գրավոր աղբյուրներում նրան անվանել են «նակկաջ» և «միմար», այսինքն՝ «գեղանկարիչ» և «ծարտարա-



պետ»: Եվ սխալմամբ ավելացնում են, թե Գալիկը ազգությամբ եղել է հույն: Սակայն, ինչպես հայտնի է, հույները չունեին Սմբատ և Գալիկ կամ Գալուստ անձնանունները: Հետևաբար, Սմբատի որդի Գալիկին հույն համարելը պարզապես սխալ է:

Ժամանակակից թուրքերը արձանագրության մեջ հիշված և Գալիկ ձարտարապետի հայրենիք համարվող Կունեն գյուղի անունը առավել չափով հակված են կարդալու ոչ թե «Կունենի» ձևով, այլ «Կունեվի» և ավելի շատ «Կոնեվի» ձևով, որը վերածվում է «կոնիացի» իմաստի: Այդ պատճառով Գալիկ ձարտարապետը համարվել է սելջուկյան պետության մայրաքաղաք Կոնիայի անունով կոնիացի: Դա ևս սխալ է: Այդպիսով՝ մոռացության են մատնվել Գալիկ ձարտարապետի ազգությունն ու նրա հայրենիք Հայաստանի Կունեն գյուղի անունը:

Գալիկի՝ սելջուկ սուլթանների արքունի ձարտարապետ եղած ժամանակ սելջուկյան պետությունը հասել էր իր հզորության ու փառքի գագաթնակետին: Սուլթանների և ավագանու հրա-

մաններով՝ նա կառուցում էր բազմաթիվ գլուխգործոց շինություններ:

Դրանցից մի քանիսը կանգուն մնալով հասել են մինչև մեր օրերը: Նրա կառուցած շինությունների վրա պահպանվել է իր վիմաքանդակ անունը: Դրա շնորհիվ կորստից փրկվել է Գալիկի անունը: Ռումի սելջուկյան սուլթանության տարածքում նրա կառուցած բազմաթիվ շինություններից հայտնի են հետևյալները.

1. Կոնիա մայրաքաղաքում Նալընջը-բաբա կոչվող դամբա-

րանը (թյուրքեր):

2. Դար-ուլ հադիսը (1265-1267 թթ.): Սա մահմեդական կրոնավորների ուսումնարանն էր:

3. Ինջե-մինարե մզկիթը (1263 թ.): Կառուցվել է սելջուկյան պետության վեզիրներից մեկի՝ Ֆահրեդդին Ալիի պատվերով: Մզկիթի երկայն մինարեն հետագայում կայծակնահար փուլ գալուց հետո՝ Գալիկ ձարտարապետի կառուցած մինարեից այժմ մնացել է միայն նրա մեկ երկրորդ մասը, որը ներկայումս էլ նպատակահարմար է համար-





վում սպասարկման համար:

4. Ինչե-մինարեի մեդրեսե (1251 թ.): Նրա արձանագրության մեջ արդեն ձարտարապետի անունը նշված է «Աբդուլլահի որդի Կեյուկ» ձևով:

5. Կոնիայի Սահիբ-աթա մզկիթը (1258 թ.): Հիշյալ վեզիրի՝ երեք մասերից բաղկացած այս մզկիթի արձանագրության մեջ ձարտարապետը նույնպես հիշվում է «Աբդուլլահի որդի Կեյուկ» ձևով:

6. Կոնիա մայրաքաղաքից 70 կմ հեռու և նրա հյուսիսարևմտյան կողմում կառուցել են Ըլզըն գյուղաքաղաքի շերմուկի և իջևանի շենքերը: Ըլզընի շերմուկ բաղնիքը վերանորոգվել էր 1236 թ.՝ Ալաէդդին Քեյքուբադ սուլթանի հրամանով:

7. Սեբաստիա (Սվաս) քաղաքի Գյոք-մեդրեսեն: Դա մահմեդականների կրոնական ուսումնարան էր:

Պահպանված շինարարական արձանագրությունների բովանդակությունից պարզվում է, որ Գալիկ ձարտարապետը մի որոշ ժամանակ պահպանել է իր քրիստոնեական դավանանքը: Ապա որոշ հանգամանքների բերումով և սելջուկյան սուլթանների պետական ծառայությունում խորանալով՝ ստիպված էր եղել փոխել իր կրոնը և ընդունել մահմեդականություն: 1256 թ. նա ուխտի է գնացել Մեքքա: Վերադառնալուց հետո՝ 1258 թ., կառու-

ցել է մի շինություն, որի վիմագիր արձանագրության մեջ նշված է «ամելի Կեյուկ բին Աբդուլլահի» (Աբդուլլահի որդի Գալիկի շինություն) մակագրությունը: Մահմեդականները «Աբդուլլահի որդի» մակդիրն են

տալիս այն մարդկանց, որոնք կրոնափոխ լինելով ընդունել են իրենց դավանանքը: «Աբդուլլահ» անունը նշանակում է «աստվածահայր». այն մահմեդական կրոնի հիմնադիր Մուհամմեդ մարգարեի հոր անունն էր:

Ըստ երևույթին, ձարտարապետը մահմեդական կրոնն ընդունելուց հետո իր ինքնությունը վերջնական կորստից փրկելու նպատակով էլ պահել է իր Գալիկ (Կեյուկ) անձնանունը:

Բազմաթիվ հուշարձաններ կերտած Գալիկը եղել է միջնադարի հայ անվանի ձարտարապետներից մեկը: Նա միջնադարյան ձարտարապետների շարքում միջազգային ծանաչման է հասել Գալուստ անունով: ձարտարապետ Թ. Թորամանյանը ևս նրան ծանաչել է Գալուստ անու-

նով:

Գալիկ ձարտարապետի շինարարական գործունեության ուսումնասիրությունից պարզվում է, որ երիտասարդ տարիներին նա գործել է հայրենի Կունեն գյուղում և նրա մերձակա վայրերում: Ապա գնալով Իկոնիայի սելջուկների սուլթանություն՝ հասել է «արքունի ձարտարապետի» կոչմանը: Սակայն, ինչպես երևում է, մինչև դավանափոխ լինելը (1251 թ.) նա իր կապերը չի խզել ծննդավայրի և նրա շրջակա վայրերի հետ: Նրա հայրենի Կունեն գյուղը գտնվում էր արդի Իջևանի շրջանի Կիրանց գյուղի տեղում: Արդի գյուղի Կիրանց անունը հին Կունենի վերանվանումն է:

Պետք է նկատի ունենալ, որ ձարտարապետ Գալիկը իր կառուցած շինություններում երբեմն իր անվան փոխարեն թողել է անձնական դրոշմը: Ըստ իր սովորության՝ նա այդ նշանը դնում էր կառուցած շինության (շքամուտքի վերին աջ և ձախ անկյուններում) տեղադրված մարդադեմ երկու առանձին առյուծների գլուխների արձանների ձևով: Պահպանվել են նրա կառուցած երկու շինությունների վրա թողած առյուծնե-



րի գլուխները: Այդ շինություններից մեկը Ալարա-խան կարավանատունն է, որ գտնվում է միջնադարյան Ալարա բերդի անմարդաբնակ հնավայրից 1 կմ հարավ՝ Ալարա գետի ձախ ափին, արդի Չակալը գյուղի մոտ (միջերկրածովյան շրջան): Ըստ շքամուտքի արաբատառ շինարարական արձանագրության՝ կարավանատունը կառուցվել է 1230 թ.՝ սելջուկյան Ալադդինի Քեյխուբադ I սուլթանի հրամանով: Կարավանատան շինարարական աշխատանքները կատարված պիտի լինեն 1228-1230 թթ. ընթացքում: Շքամուտքի արձանագրության մեջ գրված է հետևյալը.

«Հրամայեց կառուցել այս օրհնյալ կարավանատունը Մեծ սուլթան և շահինշահ, ժողովուրդների տիրոջ, Արաբների և Պարսից արքաների տիրակալ,

Ճճարտապես աշխարհակալ, ցամաքի և ծովի, Ռումի, Շամի, Արմանի և Ֆրանկների արքա, երկրի և կրոնի ապավեն Կըլիչ Արսլանի որդի Քեյխուսրովի որդի Քեյքուբադը, մաքրակրոնների Էմիրին (Ալիին)

վկայողը, 627 թվականին»:

Սելջուկյան ճարտարապետության մեջ Ալարա-խանը համարվում է իր տեսակի մեջ աչքի ընկնող գեղեցիկ նմուշներից մեկը: Կարավանատունը ունի յուրահատուկ ճարտարապետական ոճ: Մեկ հարկանի կառույցը բոլոր կողմերից շրջապատված է աշտարակավոր պարիսպներով և զբաղեցրել է 38.5 x 49.5 մ տարածություն: Նրա դարպասը գտնվում է շինության արևմտյան կողմի ձակատում: Դարպասի կողքին եղել են պահակատեղի, պահականոց և բաղնիք: 1958 թ.՝ իմ այցելության ժամանակ, կարա-

վանատան հնավայրը կիսով չափ լցված էր Ալարա գետի բերած տիղմ ու ավազով: Կարավանատունը լքված վիճակում էր: Շուրջը կային գերեզմաններ:

Մարդադեմ առյուծների գլուխներով երկրորդ հուշարձանը Խորանաշատ վանքի (Տավուշի մարզի Չինար գյուղի մոտ) գավթի շքամուտքն էր:

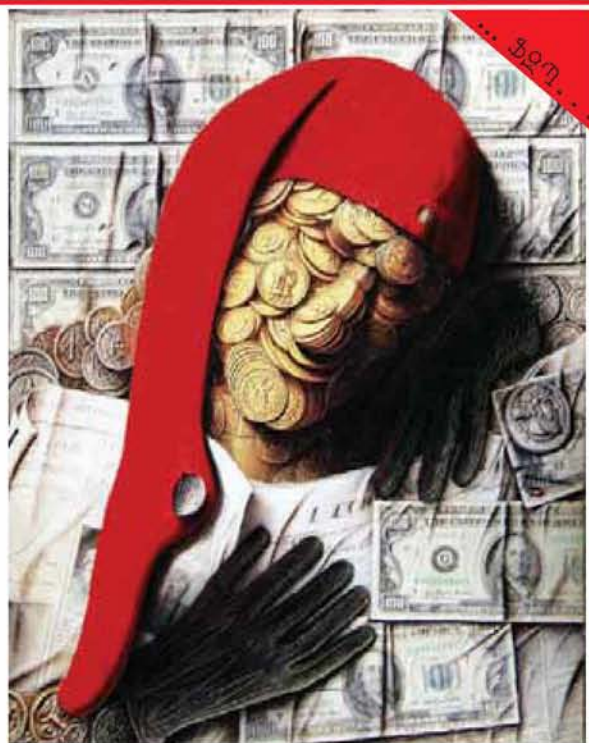
Խորանաշատի Սբ. Աստվածածին եկեղեցուն կից պահպանված գավթի ճարտարապետի վերակառուցածն է: Նրա դրոշմն են կրում Ալարա-խանի և Խորանաշատի գավթի մուտքերի նույնանման մարդադեմ առյուծի գլուխների արձանները: Շինարարական արձանագրություններում անունը նշված չլինելու պատճառով անհայտ էր մնացել այն, որ դրանց ճարտարապետը նույն ինքը՝ Սմբատի որդի որդի Գալիկ ճարտարապետն է՝ XIII դ. հայ տաղանդավոր արվեստագետներից մեկը:

ԿՅԱՐԱ ՔԵՐՏԻՆ

ՄՏԱԾԻՐ ՓՈՂԻ ՄԱՍԻՆ, ԵՂԻՐ ԵՍԱՍԵՐ *

Փողը խթան է լավ աշխատելու համար, բայց նաև եսասեր վարքի պատճառ է: Մինեսոտայի համալսարանի հոգեբանները վերջերս ապացուցել են՝ որքան շատ է մարդը մտածում փողի մասին, այնքան քիչ է հակված օգնելու ուրիշներին: Փորձի ընթացքում հետազոտողները կամավորների մի խմբի ցույց էին տալիս ֆինանսների հետ կապված ազդանշան բառեր, օրինակ՝ **աշխատավարձ** բառը կամ էլ թղթադրամի նկարը: Հետազոտությունների մյուս մասնակիցներին ներկայացվել էին չեզոք ազդակներ: Հետո փորձի

մասնակիցները կատարում էին տարբեր առաջադրանքներ, որոնք կապված չէին փողերի հետ, բայց ցույց էին տալիս նրանց սոցիալական վարքը տարբեր իրավիճակներում: Պարզվել է, որ փողի մասին մտածող մարդիկ ավելի քիչ են հակված խնդրել որևէ մեկի օգնությունը՝ հայտնվելով բարոկամ անգամ անիրագործելի խնդրի առաջ: Ընդ որում, նրանք նաև ավելի քիչ ցանկություն ունեն օգնելու որևէ մեկին:



* "В мире науки", 2007, N 5.



ՀԱՅԿ ՍԱՐԳՍՅԱՆ

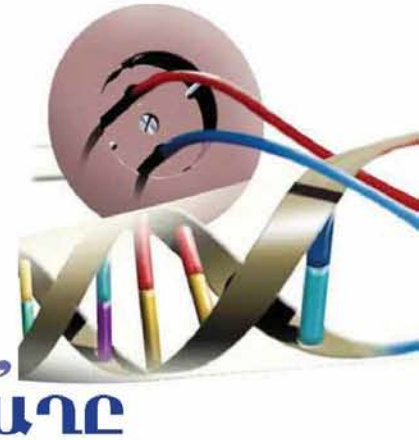
Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, ԵՊՀ պինդ մարմնի ֆիզիկայի ամբիոնի ավագ գիտաշխատող, Ռուս-հայկական պետական համալսարանի ընդհանուր և տեսական ֆիզիկայի ամբիոնի պրոֆեսոր Գիտական գործունեության հիմնական ուղղություններն են՝ կիսահաղորդիչների օպտիկա, ցածր չափայնության կիսահաղորդչային համակարգերի ֆիզիկա



ԷԴՈՒԱՐԴ ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, ՀՀԳ ԱԱ ակադեմիկոս, Ռուս-հայկական պետական համալսարանի ընդհանուր և տեսական ֆիզիկայի ամբիոնի վարիչ

Գիտական գործունեության հիմնական ուղղություններն են՝ պինդ մարմնի ֆիզիկա, կիսահաղորդիչների օպտիկա, ցածր չափայնության կիսահաղորդչային համակարգերի ֆիզիկա



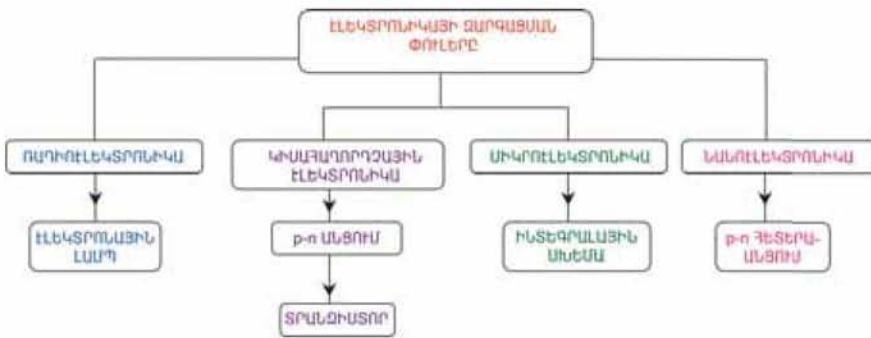
ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱՆ ԵՐԵԿ, ԱՅՍՕՐ, ՎԱՂԸ

Հողվածն արդեն ավարտված էր, երբ հայտնի դարձավ, որ ֆիզիկայի գծով 2007 թ. Նոբելյան մրցանակը շնորհվել է ֆրանսիացի ֆիզիկոս Ալբեր Ֆերին (Albert Fert) և նրա գերմանացի գործընկեր Պետեր Գրունբերգին (Peter Grunberg), որոնք 1988 թ., միմյանցից անկախ, հայտնաբերել էին հսկայական մագնիսական դիմադրության երևույթը նանոհամակարգերում: Ըստ Նոբելյան կոմիտեի հաղորդագրության՝ այդ հայտնագործությունը վերաբերում է նանոտեխնոլոգիաների ոլորտին և իր գործնական կիրառությունը գտնելով համակարգիչների կոշտ սկավառակների պատրաստման տեխնոլոգիաներում՝ հնարավորություն է ընձեռել զգալիորեն

փոքրացնել դրանց չափերը և մեծացնել հիշողության ծավալը: Այսպիսով՝ այս տասնամյակում ֆիզիկայի գծով արդեն երկրորդ անգամ Նոբելյան մրցանակը շնորհվում է նանոտեխնոլոգիաների բնագավառում կատարված աշխատանքների համար (2000թ. մրցանակին արժանացել էին Ժորես Ալֆերովը և Հերբերտ Կրեմերը): Այս փաստն ինքնին արդեն վկայում է ֆիզիկայի և տեխնոլոգիաների բացառիկ կարևորության մասին: Եվ ինչպես կտակել էր ինքը՝ Նոբելը, մրցանակները շնորհվում են՝ հաշվի առնելով այն էական ազդեցությունը, որն ունեցել են ստացված արդյունքները մարդկային հասարակության առաջընթացի վրա, նշանավորելով այն հաջողությունների ծանաչման և

գնահատանքի փաստը, որին հասել է միկրոէլեկտրոնիկային փոխարինելու եկած նանոէլեկտրոնիկան:

Հետադարձ հայացք գցելով էլեկտրոնիկայի զարգացման ուղու վրա՝ սկսած էլեկտրոնային լամպերի ստեղծումից և վերջացրած քվանտային փոսերի վրա հիմնված հետերակառուցվածքային լազերների հայտնագործումով, կարելի է առանձնացնել զարգացման կարևոր երեք փուլ. առաջին՝ էլեկտրոնային հեղափոխություն՝ էլեկտրոնային լամպերի՝ դիոդների և տրիոդների ստեղծում, երկրորդ՝ երկբևեռ կիսահաղորդչային տրանզիստորների հայտնագործում և, վերջապես, երրորդ՝ էլեկտրոնային հեղափոխություն՝ կապված հետերաանցումների



Նկ. 1 էլեկտրոնիկայի զարգացման փուլերը

իրականացման և դրանց հենքի վրա կարգավորվող ֆիզիկական բնութագրերով նանոչափային կիսահաղորդչային համակարգերի ստեղծման հետ: Սխեմատիկորեն այդ փուլերը ցույց են տրված նկ. 1-ում:

Պատկերն իրոք տպավորիչ է, եթե նշենք նաև, որ ինչպես Բախի, Գրիգի, Բեթհոլվենի գլուխգործոցների կամ յուրաքանչյուր երաժշտական ստեղծագործության հիմքում ընկած է ընդամենը յոթ նոտա, այնպես էլ ժամանակակից էլեկտրոնիկայի ազդեցիկ կառույցի հիմքում ընկած են ընդամենը մի քանի հիմնական տարրեր՝ **էլեկտրոնային լամպ, կիսահաղորդչային տրանզիստոր և հետերանոցում:**

Այս հոդվածում կներկայացվեն էլեկտրոնիկայի առաջընթացի հիմնական փուլերը և այդ առաջընթացի ազդեցությունը մարդու կյանքի վրա: Իսկ ամեն ինչ սկսվեց նրանից, երբ Կառլսիլ Բլաֆս (Այովա նահանգ, ԱՄՆ) քաղաքում գտնվող առաջին կոնգրեսագիտն եկեղեցու քահանայի որդին՝ Լի դը Ֆորեստը, հրաժարվելով շարունակել հոր գործը և ընդունել հոգևոր կոչումը, 1893 թ. ընդունվեց Յեյլի համալսարանի Չեֆիլդի գիտական դպրոց (Sheffield Scientific School of Yale University)՝ ԱՄՆ-ի այն հազվագյուտ համալսարանը, որ

տալիս էր առաջնակարգ գիտական կրթություն: Երիտասարդ հետազոտողը համեստ, աշխատասեր և գիտությանը շատ հակված ուսանող էր, ուստի պատահական չէր, որ հենց նրան էր վիճակված կատարել XX դարակազմի ամենաակնառու հայտնագործություններից մեկը, երբ նա հասկացավ, որ ...



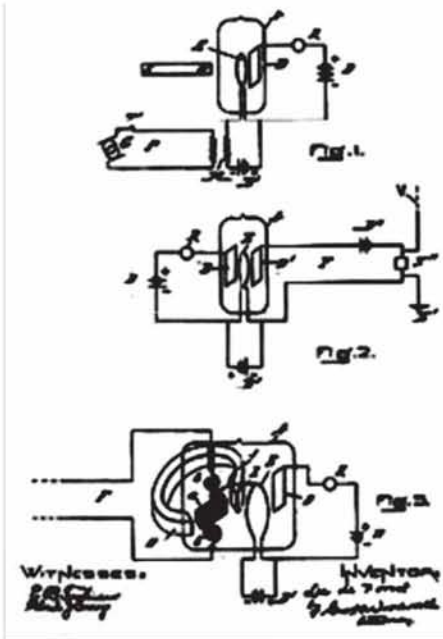
Լի դը Ֆորեստը՝ ատդիոնը ձեռքին

1. Լամպը կարող է լինել ոչ միայն գազային

Գոյություն ունեն գիտական հայտնագործություններ, որոնք տարիների ընթացքում իրենց նշանակությամբ դառնում են համամարդկային, նույնիսկ առանց չափազանցության կարելի է ասել՝ դարակազմիկ:

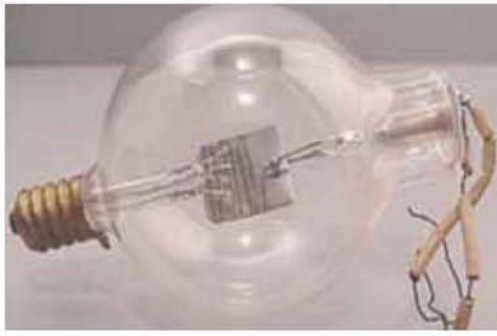
Իրոք, շնորհիվ այնպիսի հայտնագործությունների, ինչպիսիք են անիվը, ջերմային, էլեկտրական շարժիչները և այլն, մարդկության զարգացումը մտնում էր մի նոր փուլ: Հասարակությունը

հետզհետե դառնում էր ավելի տեխնոկրատ, և քաղաքակրթության գործընթացներն ավելի սերտորեն էին կապվում գիտության և տեխնիկայի նվաճումներին: Վերջիններիս շարքին է դասվում Մաքսվելի կողմից էլեկտրամագնիսական ալիքների գոյության կանխատեսումը: Պետք է նշել, որ էլեկտրադինամիկայի զարգացման արշալույսին ամեն ինչ հասկացվում էր շատ դժվար: Բավական է հիշել, որ այն ժամանակ իշխում էր հատուկ լուսաթափանցիկ միջավայրի՝ եթերի գոյության վարկածը, և Մաքսվելը, հիմնվելով առաձգական միջավայրի տատանումների մոդելի վրա, դուրս բերեց իր նշանավոր հավասարումները: Միայն հետագայում ականավոր անգլիացի ֆիզիկոս և մաթեմատիկոս Օլիվեր Հևիսայդի և գերմանացի հանրաձանաչ ֆիզիկոս Հայնրիխ Հերցի շնորհիվ հաջողվեց այդ հավասարումները ներկայացնել համեմատաբար պարզ տեսքով: Սկզբնական շրջանում էլեկտրամագնիսական ալիքների գոյության մասին եզրակացություններն ընդունվում էին զուտ որպես ակադեմիական հետաքրքրություն ներկայացնող գիտական փաստի հաստատում: Սակայն, ինչպես հաճախ լինում է գիտության մեջ, հայտնվեցին գիտնականներ, որոնք այդ հեռավոր ժամանակներում կարողացան ըստ արժանվույն գնահատել էլեկտրամագնիսական ալիքների՝ մատերիայի այդ տարատեսակի հատկությունները տեխնիկական կիրառության տեսանկյունից: Հերցի փորձերից հետո պարզ դարձավ, որ էլեկտրամագնիսական ալիքները կարելի է առաքել և այնուհետև ընդունել զգալի հեռավորությունների վրա, և դրա հիման վրա Գ.



Նկ. 2 Աուդիոնի գծագիրը ԱՄՆ արտոնագրում

Մարկոնին և Ա. Պոպովը ստեղծեցին ոչ հաղորդալարային կապի առաջին սարքերը: Ռադիոկապի միջոցները սկզբում համարվում էին ավելի շատ էկզոտիկա, քան հաղորդակցման լուրջ միջոց: Սակայն իրադրությունը կտրուկ փոխվեց 1900 թ. Բալթիկ ծովում գտնվող Գոտլանդ կղզու մոտակայքում վթարի ենթարկված «Ադմիրալ Ապրասկին» զրահանավի փրկվելուց հետո: Դա ուսական նավատորմի այն եզակի նավերից էր, որն ապահովված էր ռադիոկապով, և դրա առկայությունը վճռորոշ դեր խաղաց զրահանավի անձնակազմի փրկության գործում: Ֆիննական Կուսակազմի քաղաքի հետ, որը գտնվում էր վթարի վայրից 47 կմ հեռավորության վրա ռադիոկապի միջոցով կազմակերպեցին փրկարար աշխատանքներ: Այդ ցայտուն դրվագը սկզբունքային դեր խաղաց նավատորմի պատմության մեջ: Դրանից հետո սկսվեցին մեծամասշտաբ հետազոտություններ՝ էլեկտրական

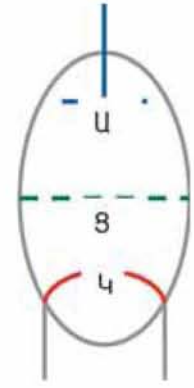


Նկ. 3 Լի դը Ֆորեստի աուդիոնը

ազդանշաններն ուժեղացնող, և, հետևաբար, ռադիոկապի հեռավորությունը մեծացնող սարքի ստեղծման ուղղությամբ:

1906 թ. հոկտեմբերի 25-ին Լի դը Ֆորեստն իր ստեղծած էլեկտրոնային լամպի՝ վակուումային տրիոդի կառուցվածքի արտոնագրման հայտ ներկայացրեց: Լի դը Ֆորեստի հետազոտությունների արդյունքում ստեղծվեց էլեկտրոնավակուումային ուժեղացուցիչ ռադիոլամպ, որը պարունակում էր երեք էլեկտրոդ՝ անոդ, ցանց և կատոդ: Այլ կերպ ասած՝ փորձելով ապահովել անթել հեռագրման կարիքները՝ ռադիոկայաններից ստանալ ավելի ուժեղ ազդանշան՝ գիտնականը հայտնագործեց եռէլեկտրոդ լամպը, որում անոդային հոսանքի կառավարումն իրականացվում էր ցանցի էլեկտրական պոտենցիալի փոփոխման միջոցով: Հաջորդ՝ 1907 թվականի հունվարի 15-ին Ֆորեստը ստացավ ԱՄՆ N° 841387 արտոնագիրը՝ «Թույլ էլեկտրական հոսանքների ուժեղացման սարքավորման» (Device for Amplifying Feeble Electric Currents) համար:

Հեղինակն իր գյուտը կոչեց աուդիոն (լատիներեն audio - լսում են բառից): Նույն թվականին «Scientific American Supplement» հանդեսի նոյեմբերի N°1665 համարում տպագրվեց նրա՝ «Աուդիոն՝ անթել հեռագրության



Նկ. 4 Եռէլեկտրոդ լամպի սխեման (Կ-կատոդ, Ց-ցանց, Ա-անոդ)

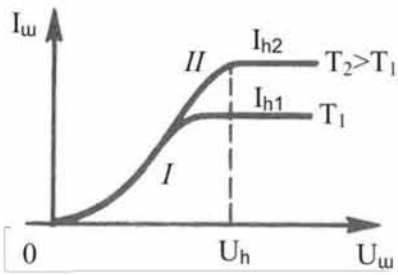
նոր ընդունիչ» հոդվածը (The Audion – a New Receiver for Wireless Telegraphy): ԱՄՆ արտոնագրում բերված աուդիոնի գծագիրը և լուսանկարը բերված են նկ. 2-ում և 3-ում: Եռէլեկտրոդ լամպը՝ տրիոդը, սխեմատիկորեն պատկերվում է այնպես, ինչպես ցույց է տրված նկ. 4-ում:

Տրիոդի վոլտամպերային բնութագիծը ստացել է մեկ ուրիշ ամերիկացի ֆիզիկոս՝ Իրվինգ Լենգմյուրը: Լենգմյուրի կողմից մանրակրկիտ զննումների արդյունքում պարզվեց, որ եթե ցանցին լարում չի տրվում, ապա անոդային հոսանքի և լարման կապը ոչ գծային է՝ հագեցման տեղամասով, և արտահայտվում է այսպես կոչված, երեքերկրորդի օրենքով (նկ. 5),

$$I_a = kU_a^{3/2} \quad (1)$$

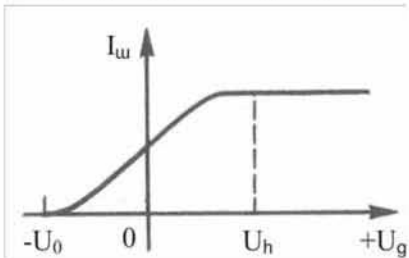
Իսկ եթե ցանցին լարում է տրվում, ապա, ինչպես երևում է նկ. 6-ից, անոդային հոսանքի կախումը ցանցի լարումից որոշակի տիրույթում ունի գծային տեսք: Հարկ է նշել նաև, որ ցանցի որոշակի բացասական U_0 լարման դեպքում անոդային հոսանքը բացակայում է, այլ կերպ ասած, լամպը փակվում է, թեև անոդի և կատոդի միջև գոյություն ունի արագացնող լարում:

Հենց էլեկտրոնային լամպին



Սկ. 5 Տրիոդի վոլտամպերային բնութագիծը

էր վիճակված դառնալ առաջին էլեկտրոնային հեղափոխության հիմնական տարրը, և պատահական չէ, որ XX դարի սկզբին այն սկսեցին անվանել «էլեկտրոնիկայի թագուհի»: Եվ այս գյուտն, իրոք, արժանի էր իր անվանը: Էլեկտրոնային լամպե-

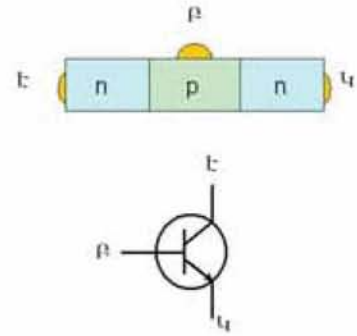


Սկ. 6 Տրիոդի ցանցային վոլտամպերային բնութագիծը

րով ուժեղարարները և գեներատորներն ավելի և ավելի լայն տարածում էին գտնում հասարակական գործունեության ամենատարբեր ոլորտներում: Դրանք իջնում էին օվկիանոսի հատակը տրանսատլանտյան հեռախոսամալուխի հետ և բարձրանում երկինք ինքնաթիռային ռադիոկայանների հետ: Իսկ արդեն 30-ականների կեսերին միլիոնավոր մարդիկ հեռուստատելեկրաններին դիտում էին Բեռլինում անցկացվող օլիմպիադան:

Էլեկտրոնային լամպի դերը դառնում էր ավելի սկզբունքային և կարևոր հասարակական կյանքի այնպիսի բնագավառներում, ինչպիսիք են բժշկությունը, ծո-

վագնացությունը, քրեագիտությունը, կապը և այլն: Մյուս կողմից պարզ էր, որ էլեկտրոնիկայի ամեն մի նոր խոյանքի հետ էլեկտրոնային լամպի առաջ դրվում էին նոր՝ ավելի լուրջ և բազմակողմանի խնդիրներ: Դա, բնականաբար, առաջ էր բերում անհրաժեշտություն՝ կատարելագործելու էլեկտրոնային լամպը: Լամպերը դառնում էին ավելի փոքր, շահավետ, դիմացկուն և, որ ամենակարևորն է, ավելի էժան: Սակայն ռադիոէլեկտրոնիկայի խնդիրներն արդեն այնքան էին ընդլայնվել, որ շատ հաճախ մի ռադիոէլեկտրոնային սարքում կարող էին տեղավորվել տասնյակ հազարավոր լամպեր, և նրանցից մեկի խափանումը կարող էր պատճառ դառնալ ամբողջ համակարգի շարքից դուրս գալուն: Ընդ որում, էլեկտրոնային լամպերի պիտանիության ժամկետի սահմանափակությունն անհրաժեշտ էր դարձնում ակտիվ մասերի կանոնավոր մոնիտորինգը (շիկացած անոդ և կատոդ), իսկ անհրաժեշտության դեպքում՝ նաև սարքերում փչացած լամպերի փոխարինումը: Մյուս խնդիրն այն ժամանակն էր, որի ընթացքում սարքը պետք է բերվեր աշխատանքային վիճակի: Ընդ որում, հենց այդ վայրկյանները կարող էին ձակատագրական դեր խաղալ խորտակվող նավի կամ կառավարումը կորցրած ինքնաթիռի փրկության հարցում: Այլ կերպ ասած՝ պարզ էր դառնում, որ անհրաժեշտ է գտնել այս խնդրի արմատական լուծումը. ոչ թե կատարելագործել եղածը, այլ ստեղծել ուրիշը՝ հիմնված այլ ֆիզիկական հենքի վրա: Եվ այդ խնդիրը հաջողվեց լուծել Բեյլի լաբորատորիայի մի խումբ գիտնականների: 1947 թ. Ջոն Բար-



Սկ. 7 Երկբևեռ n-p-n տրանզիստոր

դինը, Ուոլտեր Բրատենյը և Ուիլյամ Շոկլին առաջարկեցին էլեկտրական ազդանշանների պինդմարմնային կիսահաղորդչային ուժեղարարի սխեման՝ երկբևեռ տրանզիստորը:

2. Տիեզերքում ավելի հարմար է տրանզիստորով

1948 թ. հուլիսի 1-ին «Լյու Յորք Թայմս» թերթում տպագրվեց



Ջ. Բարդինը, Ու. Շոկլին, Ու. Բրատենյը

մի կարծ հաղորդագրություն, որում ասված էր. «Երեկ «Բեյլ Թեյեֆոն Լաբորատորիզ» ֆիրման առաջին անգամ ցուցադրեց իր ստեղծած «տրանզիստոր» սարքը, որն առանձին դեպքերում կարելի է օգտագործել ռադիոէլեկտրոնիկայում էլեկտրական լամպերի փոխարեն: Այն սկսում է աշխատել անմիջապես՝ առանց տաքացման համար անհրաժեշտ ժամանակի, քանի որ, ի տարբերություն ռադիոլամպի, նրանում բացակայում է շիկացումը:

Սարքի աշխատող տարրերը բաղկացած են ընդամենը երկու բարակ թելիկից, որոնք ձգված են դեպի պինդ կիսահաղորդչային նյութի կտորը, որը քորոցի գլխիկի չափ է և հալեցված է մետաղե հիմքին: Մի թելիկով հոսանք է բերվում մինչև մետաղե հիմքի մեջ տեղադրված նյութը, որն այն ուժեղացնում է, իսկ մյուս թելիկով ուղարկում արդեն ուժեղացված հոսանքը: Այդ հեռավոր ժամանակներում ոչ ոք չէր կարող ենթադրել, որ սույն անհրապույր հողվածը նշանավորելու է «երկրորդ էլեկտրոնային հեղափոխության» սկիզբը, շնորհիվ որի մարդկությունը կարողացավ հսկայական թռիչք կատարել տեխնիկական առաջընթացի գործում՝ սկսած տիեզերք թռչելուց և վերջացրած արագագործ EՀՄ-ի ստեղծումով: Երկբևեռ տրանզիստորի սխեման բերված է նկ. 7-ում:

Թեև պինդմարմնային տրանզիստորն արդեն ստեղծված էր, այդուհանդերձ կիսահաղորդչային էլեկտրոնիկայի արշալույսին այդպիսի «անձոռնի ծուտիկին» դժվար էր դեռևս մրցակցել «էլեկտրոնիկայի թագուհու»՝ վակուումային լամպի հետ: Եվ իրոք, առաջին երկբևեռ տրանզիստորի կառուցվածքը նուրբ և անհուսալի էր, և բավական էր ուժեղ թափահարել այդ սարքը, որ նրա ուժեղացման գործակիցն ընկներ մի քանի կարգով: Տրանզիստորը շատ զգայուն էր ջերմաստիճանի տատանումների նկատմամբ և կտրուկ տաքացնելիս կամ սառեցնելիս շարքից դուրս էր գալիս: Սակայն ժամանակն առաջ էր գնում, և կիսահաղորդչային միկրոէլեկտրոնիկայի պիոներ-առաջնորդները շարունակում էին նպատակաուղղված իրագործել իրենց գաղափարները գործնա-

կանում: Եվ ահա արդեն 50-ականների սկզբներին ցուցադրվեցին տրանզիստորային ռադիոընդունիչների և հեռուստացույցների առաջին նմուշները: Այստեղ հարկ է նշել, որ տրանզիստորի ապագան այնքան անհեռանկար էր թվում, որ անգամ զինվորականները, ովքեր ուղղորդում էին կարևորագույն հետազոտությունները Բելի լաբորատորիայում, առանց տատանվելու թույլատրեցին ազատ տպագրել հետազոտությունների արդյունքները: Սակայն երկբևեռ տրանզիստորն օժտված էր մի անժխտելի արժանիքով. այն թույլ էր տալիս նախագծել և կառուցել չափազանց փոքր չափերի սխեմաներ, որոնք սնվում էին շատ փոքր լարման աղբյուրներից (2-5Վ): Հենց այս հանգամանքն էլ դարձավ հիմք առաջին անգամ արդյունաբե-

ության մեջ տրանզիստորի կոմբիցիոն օգտագործման համար. դրա հիման վրա սկսեցին պատրաստվել լողական ապարատներ՝ թույլ լողությամբ մարդկանց համար: Որքան էլ տարօրինակ է, բայց տրանզիստորի հաջորդ օգտագործողները դարձան զինվորականները: Չէ՞ որ հենց այդ տարիներին սկսվեց տիեզերքի նվաճման մրցարշավը ԱՄՆ-ի և ԽՍՀՄ-ի միջև, իսկ հրթիռի արձակման համար անհրաժեշտ էր խնայել ամեն մի գրամը: Այս համատեքստում փոքրիկ տրանզիստորը շատ տեղին էր: Ակնհայտ է, որ հետազոտողներն այս ամենին զուգընթաց անընդհատ բարելավում էին տրանզիստորի պարամետրերը: Տիեզերքի նվաճմանն ուղղված աշխատանքներում գիտնականները ստեղծեցին համաձուլվածքային տրանզիստորներ՝



բավականաչափ հուսալի, վերարտադրվող պարամետրերով և կայուն արտաքին ազդեցությունների նկատմամբ: Գնալով տրանզիստորների և նրանց հիմքի վրա պատրաստվող սարքերի արտադրությունը դառնում էր եկամտաբեր, և եկամտի մի մասն արդեն կարելի էր ուղղել նոր տեխնոլոգիական գործընթացների մշակմանը և նոր սերնդի տրանզիստորների ստեղծմանը:

Պարզ էր դառնում, որ «անձոռնի ծուտիկը» դառնում էր «գեղեցիկ կարապ», և աստիճանաբար սկսում գահընկեց անել առաջին էլեկտրոնային հեղափոխության «գեղեցիկ թագուհուն»՝ այդպիսով նշանավորելով երկրորդ հեղափոխության սկիզբը: Այժմ արդեն տրանզիստորային ուժեղարարները և գեներատորները կազմում էին նոր սերնդի հեռուստացույցների, ռադիոընդունիչների և նվագարկիչների տարրային հենքը:

Խոսելով էլեկտրոնիկայի և մարդկային քաղաքակրթության առաջընթացում նրա ծառայության մասին՝ միշտ պետք է հիշել, որ մարդկային գործունեության մյուս ձյուղը, որը նույնպես հիմնովին փոխել է զարգացման գործընթացը երկիր մոլորակի վրա, անբաժան է էլեկտրոնիկայի հաջողություններից: Ինչպես արդեն կարելի է կռահել, խոսքը հաշվիչ մեքենաների մասին է: Արդեն էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենաների ստեղծման ժամանակներից պարզ դարձավ, որ նորից հուսալիության խնդիր է առաջանում՝ արդեն կիսահաղորդչային սարքերի համար: Եվ իրոք, ԷՀՄ-ների սխեմաներում ընդգրկված էին հարյուր հազարավոր տրանզիստորներ և դիոդ-

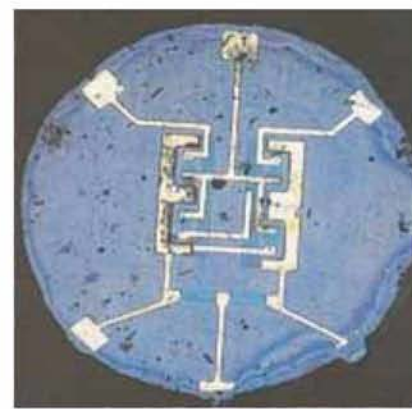
ներ: Բավական է պոկվեր տրանզիստորի կամ դիոդի ընդամենը մեկ հպակ, և այդ ահռելի թվով տարրերից բաղկացած համակարգը շարքից դուրս էր գալիս: Առաջանում էր նույն խնդիրը, ինչ էլեկտրոնային լամպի դեպքում: Այս խնդիրը չէր լուծվում դիոդի կամ տրանզիստորի պարամետրերի բարելավումից: Հարկ էր գտնել բացարձակ նոր լուծում: Եվ այդ լուծումը գտնվեց ինտեգրալային սխեմայի տեսքով: Սակայն ամեն ինչ հերթով:

1952 թ. էլեկտրոնային սխեմաների տարրերին նվիրված գիտաժողովում, որ անց էր կացվում Վաշինգտոնում, առաջին հայացքից բավական տարօրինակ թվացող զեկուցմամբ հանդես եկավ մեծբրիտանացի ծարտարագետ Ջեֆրի Դամերը: Հեղինակը պնդում էր, որ տրանզիստորի և, ընդհանուր դեպքում, կիսահաղորդչային տեխնիկայի երևան գալու հետ մեկտեղ էլեկտրոնային սարքավորումներն արդեն կարելի է պատկերացնել պինդ բլոկի տեսքով, որը չի պարունակում միացնող լարեր: Հեռավոր 1952 թ. ոչ ոք առանձնակի ուշադրություն չդարձրեց Դամերի առաջավոր գաղափարներին: «Անձոռնի ծուտիկի» հետ ոչ ոք առանձնապես չէր ցանկանում գործունենալ, և առավել ևս շատ քչերին էր հետաքրքրում տրանզիստորային սխեմաների հուսալիության խնդիրը: Սակայն ժամանակն անում էր իր գործը, և արդեն 10 տարի անց, երբ համակարգիչների հավաքումը տևում էր ամիսներ, իսկ 1 ոչ հուսալի հպակը կարող էր շարքից հանել ստեղծված համակարգը, միայն այդժամ մասնագետներն իրարից անկախ եկան այն նույն գաղափարներին, ինչ արտահայ-

տում էր Դամերը: Դրանով հանդերձ՝ պետք է նշել, որ գիտության պատմաբանները «պեղեցին» Դամերի զեկույցը միայն 25 տարի անց, երբ ինտեգրալային սխեմաներն արդեն լայն տարածում էին ստացել: Որն էր առանցքային գաղափարը, որ ընկած էր ինտեգրալային սխեմաների հավաքման հիմքում: 60-ական թթ. սկզբում տրանզիստորների մեծ մասը պատրաստվում էր դիֆուզիայի և ներհավման մեթոդների հիման վրա՝ բևեռային տեխնոլոգիաներով: Այս դեպքում բոլոր տրանզիստորները կիսահաղորդչային թիթեղի վրա պատրաստվում էին միաժամանակ: Առաջ էր գալիս լիովին տրամաբանական մի հարց. ինչո՞ւ, ստեղծելով տրանզիստորային կառուցվածքներ, թիթեղը բաժանել առանձին տարրերի, դրանք մոնտաժել կորպուսի մեջ, զոդել հաղորդալարերի արտանցիչները և այլն, եթե դրա փոխարեն կարելի է այդ իսկ թիթեղի վրա տրանզիստորների միջև անմիջապես ստեղծել անհրաժեշտ բոլոր միացումները և ստանալ պատրաստի սխեման:

Ինտեգրալային սխեմա

Առաջին ինտեգրալային սխեմաները պարունակում էին մի



Սկ. 8 Ինտեգրալային սխեմա

քանի տասնյակ տարրեր (նկ. 8), և դրանք սխեմաների վրա

նշանակվում էին նույն կերպ, ինչպես և ընդհատ տարրերով սովորական սխեմաները: Նկ. 8-ում բերված 1961 թ. արտադրության ինտեգրալային սխեման տրանզիստորային փոխանջատիչ էր և պարունակում էր ընդամենը 6 տարր, որոնցից 4-ը երկբևեռ տրանզիստորներ էին, իսկ 2-ը՝ ռեզիստորներ: Արդեն 5 տարի անց ինտեգրալային սխեմայում պարունակվող տարրերի թիվը մոտեցավ 100-ի, իսկ 1982 թ. այդ թիվն արդեն դարձավ 300000: Այլ կերպ ասած՝ մի քանի քառակուսի միլիմետր մակերեսով ոչ մեծ կիսահաղորդչային բյուրեղիկի վրա տեղավորվում էր իր բարդությամբ լամպային ԷՀՄ-երի սխեմաները զգալիորեն գերազանցող սխեմա:

Տարրերի և, հետևաբար, ինտեգրալային սխեմաների քանակի աճին զուգընթաց ինտեգրալային սխեմաների նշանակումները դառնում էին ավելի լակոնիկ և դյուրին: Նշանակումների այդպիսի տարբերությունն արտացոլում էր ծարտարագետների, գիտնականների և արդյունաբերողների մտածելակերպի այն սկզբունքային փոփոխությունը, որը պայմանավորված էր հետևյալ հանգամանքի գիտակցմամբ. առանձին վերցրած տրանզիստորն այլևս դադարում էր լինել հենքային տարր, և նրան փոխարինելու էր գալիս ինտեգրալային սխեման: Կարելի է ընդդիմանալ և պնդել, որ վերջին հաշվով ինտեգրալային սխեմայի աշխատանքի հիմքում կրկին ընկած է տրանզիստորը: Սակայն այժմ գիտնականները դադարել էին մտածել միայն մեկ՝ առանձին վերցված տրանզիստորի մասին: Նրանք որպես նոր սերնդի սարքավորումների

հիմնական տարր օգտագործում էին հենց ինտեգրալային սխեմաները: Նրանց արդեն հետաքրքրում էր բացառապես ինտեգրալային սխեմայի դերը՝ որպես հենքային միավոր. ինչ ֆունկցիաներ է կատարում տվյալ ինտեգրալային սխեման, ինչ լարում է պետք հաղորդել նրա ելքերին, ինչպիսին է ինտեգրալային սխեմայի արագագործությունը և այլն: Ինչպես շատ դիպուկ ընդգծված է Մ.Ե. Լևինշտեյնի և Գ.Ս. Սիմինի «Барьеры» գրքում, «...արքան, որ եկել է փոխարինելու թագուհիլամպին, չի բազմել գահին, այլ ժողովրդավարության լավագույն ավանդույթների համաձայն՝ դարձել է հարյուրհազարավոր քաղաքացիներից մեկը»: Եվ այնուամենայնիվ, ցանկացած ինտեգրալային սխեմայի հիմքում ընկած է տրանզիստորը, որի պարամետրերի կատարելագործումն էլ հենց հիմնական դերն է խաղում միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման գործում:

Ժամանակի ընթացքում, կապված տրանզիստորների նոր տիպերի հետագա մշակման գործընթացների հետ, գիտնականների առջև գնալով ավելի ու ավելի էր ծառանում այնպիսի կիսահաղորդչային նյութերի որոնման հարցը, որոնցում լիցքակիրներն ունեն մեծ շարժունություն: Հենց այստեղ ստիպված ենք մի փոքր շեղվել մեր պատումից՝ հօգուտ տեսության, որպեսզի կարողանանք բացատրել այն կարևորագույն խնդիրներից մեկը, որն առաջանում է միկրոէլեկտրոնիկայում, երբ անհրաժեշտ է լինում մեծացնել տրանզիստորների արագագործությունը: Այդ նպատակով մենք հակիրճ կներկայացնենք

կիսահաղորդչներում տեղի ունեցող դիֆուզիայի երևույթը և կատանանք մի բանաձև, որն արտահայտում է դիֆուզիայի գործակցի և լիցքակրի շարժունության կապը:

3. Մի քիչ տեսություն

Դիֆուզիայի երևույթը սկզբնապես մանրամասն ուսումնասիրվում էր կապված գազային միջավայրերում տեղի ունեցող գործընթացների հետ: Դիֆուզիան պայմանավորված է ատոմների և մոլեկուլների ջերմային շարժմամբ, ինչի հետևանքով տեղի է ունենում տարբեր նյութերի խառնում՝ անկախ վերջիններիս ազդեցատային վիճակներից: Դիֆուզիան այնքան ավելի արագ է ընթանում, որքան ավելի կտրուկ է փոփոխվում գազի կոնցենտրացիան մի կետից մյուսը: Եթե դիտարկենք գազի պարզագույն մոդելը, որում մոլեկուլների ո կոնցենտրացիան կախված է միայն մեկ կոորդինատից (օրինակ՝ x), ապա $n(x)$ կոնցենտրացիայի փոփոխման արագությունը x առանցքի երկայնքով կլինի՝ dn/dx : Մյուս կողմից, հարկ է սպասել, որ դիֆուզիայով պայմանավորված գազի J_D հոսքն այդ արագությանը համեմատական կլինի: Այլ կերպ ասած՝

$$J_D = -D \frac{dn}{dx} : \quad (2)$$

(2)-ում բացասական նշանը պայմանավորված է նրանով, որ եթե կոնցենտրացիայի փոփոխությունը x առանցքի ուղղությամբ միավոր երկարության վրա դրական է, հոսքն ուղղված է x առանցքին հակադիր ուղղությամբ և հակառակը: D գործակիցը կոչվում է դիֆուզիայի գործակից, իսկ վերջինիս չափայնությունը $m^2/վ$ է: Ֆիզիկական դատողությունների հիման վրա կարելի է

եզրակացնել, որ հոսքի ինտենսիվությունը բնութագրող D գործակիցը մի կողմից պետք է կախված լինի մասնիկների ազատ վազքի միջին l երկարությունից (երկու հաջորդական բախումների միջև ընկած միջին հեռավորությունից), իսկ մյուս կողմից՝ նրանց ջերմային շարժման v_T միջին արագությունից: Հաշվի առնելով l -ի և V_T -ի չափանությունները՝ դժվար չէ տեսնել, որ

$$D \sim lV_T \quad (3)$$

Մանրամասն հաշվարկները ցույց են տալիս, որ (3)-ում համեմատականության գործակիցը $1/3$ է:

Այժմ պատկերացնենք մի իրավիճակ, երբ կիսահաղորդչի (օրինակ՝ էլեկտրոնային) որևէ մասում լիցքակիրների կոնցենտրացիան ավելի մեծ է, քան հարևան մասերում: Դիֆուզիայի շնորհիվ համակարգում առաջանում է էլեկտրոնների հոսք՝ ավելի մեծ կոնցենտրացիայով տիրույթից դեպի ավելի փոքր կոնցենտրացիայով տիրույթ: Սակայն լիցքավորված մասնիկների ուղղորդված շարժումը ոչ այլ ինչ է, քան էլեկտրական հոսանք, որը բնական է անվանել *դիֆուզային*: Ակներև է, որ դիֆուզային հոսանքը հավասար է էլեկտրոնի լիցքի և դիֆուզային հոսքի արտադրյալին: Հետևաբար.

$$j_D = eJ_D = -eD \frac{dn}{dx} \quad (4)$$

Կիսահաղորդչներում մասնիկների հաջորդ կարևորագույն բնութագիրը նրանց μ շարժունությունն է: Ազատ լիցքակիրների շարժունությունը կիսահաղորդչում բնութագրում է նրանց ուղղորդված շարժման արագությունը՝ կիրառված էլեկտրական

դաշտի ազդեցությամբ: Այդ գործակիցը կապ է հաստատում լիցքերի ուղղորդված շարժման \bar{V} միջին արագության և կիրառված դաշտի E լարվածության միջև՝

$$\bar{V} = \mu E: \quad (5)$$

Շարժունությունը որոշվում է մասնիկի ազատ վազքի τ_0 ժամանակի միջոցով, համաձայն

$$\mu = \frac{e\tau_0}{m} \quad (6)$$

բանաձևի: Հենց շարժունության արժեքով է հաճախ որոշվում նյութի պիտանելիությունը կիսահաղորդչային սարքեր պատրաստելիս:

Դիֆուզիայի գործակցի և մասնիկների շարժունության միջև գոյություն ունեցող կապը գտնելու համար դիֆուզիայի գործակցի ձգգրիտ արտահայտությունը ներկայացնենք հետևյալ կերպ՝

$$D = \frac{1}{3} V_T^2 \tau_0: \quad (7)$$

Իր հերթին, վիճակագրական ֆիզիկայից հայտնի է, որ մասնիկի ջերմային շարժման արագության քառակուսին ջերմաստիճանի հետ կապված է հետևյալ առնչությամբ.

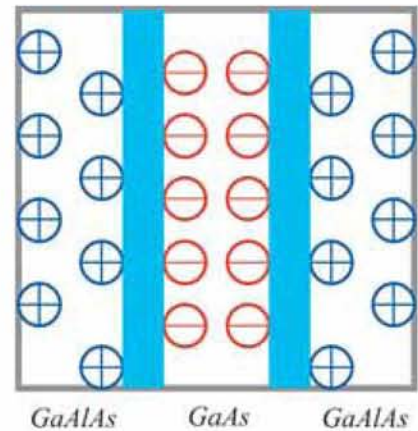
$$V_T^2 = 3 \frac{kT}{m}: \quad (8)$$

Հաշվի առնելով (6)-ը և (8)-ը՝ կստանանք D և μ գործակիցների կապն արտահայտող առնչությունը՝

$$D = \frac{kT}{e} \mu: \quad (9)$$

Այսպիսով՝ դիֆուզիայի գործակցի որոշման խնդիրը հանգեցվում է դիֆուզվող մասնիկների համապատասխան շարժունության որոշմանը:

Երկբևեռ տրանզիստորներում սահմանային աշխատանքային հաճախությունն աճում է դիֆուզիայի գործակցի աճին զուգընթաց, որը, ինչպես վերը ցույց տրվեց, որոշվում է լիցքակիրների շարժունությամբ: Իր հերթին լիցքերի շարժունությունը կախված է երկու բախումների միջև ընկած միջին τ_0 ժամանակից: Ընդ որում, որքան մեծ է τ_0 -ն, այնքան բարձր է շարժունությունը: Մյուս կողմից, բախումների հիմնական պատճառներից մեկը կիսահաղորդչներում առկա խառնուկներն են: Հետևաբար, որքան իդեալական է կիսահաղորդչը, այնքան բարձր է լիցքակիրների շարժունությունը: Այդ իսկ պատճառով այն տպավորությունն է ստեղծվում, թե ինչքան իդեալական լինի նմուշը, այնքան բարձր կլինի նրա արագագործությունը: Սակայն պետք է հիշել, որ երկբևեռային տրանզիստորների ստեղծման համար հարկավոր է լիցքակիրների բարձր կոնցենտրացիա

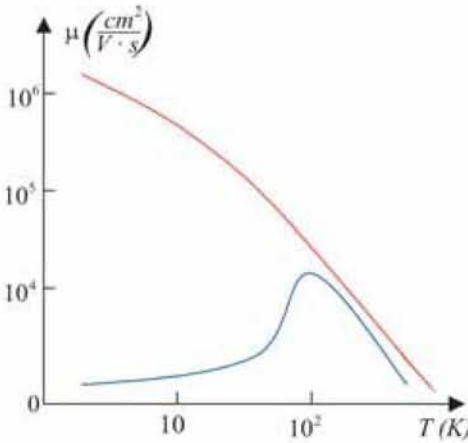


Նկ. 9. GaAlAs/GaAs/GaAlAs կրկնակի հետերասանցում

ունեցող նյութ ($n \sim 10^{17} \text{սմ}^{-3}$): Միևնույն ժամանակ, ազատ լիցքակիրներն առաջանում են տրված ջերմաստիճանում՝ միայն կիսահաղորդչում խառնուկներովնելու պայմանով: Ինչպես

տեսնում ենք, նորից ստացվում է մոզական շրջան, ինչպես և լամպի դեպքում: Ստեղծված փակուղային իրավիճակից դուրս գալու համար անհրաժեշտ է մշակել նոր՝ այս երկընտրանքի լուծման սկզբունքորեն այլ մոտեցում: Եվ ելքը գտնվեց ընտրովի լեգիրման գաղափարի առաջարկից հետո: Այդ գաղափարի էությունը խառնուկների և այն լիցքակիրների տարածական բաժանումն էր, որոնք առաջանում էին շնորհիվ այդ խառնուկների:

Խառնուկը (օրինակ՝ դոնորային) ներդրվում է 1 նյութի շերտի մեջ (նկ. 9), որի ներդրմամբ 1 նյութում առաջացած էլեկտրոնները դիֆուզիայի շնորհիվ անցնում են 1 նյութին անմիջականորեն հպված



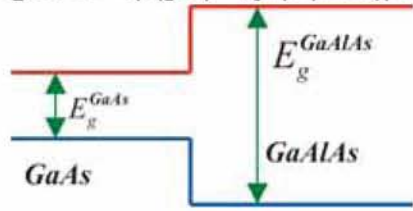
Նկ. 10. Լիցքակիրների շարժունության կախումը ջերմաստիճանից GaAs (կապույտ կոր) և ընտրովի-լեգիրված կառուցվածքում GaAlAs/GaAs (կարմիր կոր)

2 մաքուր նյութի նեղ շերտը, որը պարունակում է էլեկտրոններ, բայց չի պարունակում խառնուկներ և կարող է ծառայել որպես տրանզիստորի ակտիվ տարր: Բայց դա իրականացնելու համար անհրաժեշտ է ամենից առաջ պարզել, թե հատկապես որ նյութերը կարող են առաջացնել ցանկալի հատկություններով

օժտված հետերազույգ: Առաջիններից մեկը, որն այս խնդիրը լուծեց, ռուսաստանցի ակադեմիկոս Ժորես Ալֆյորովի (ծնվ. 1930 թ.) ղեկավարած ֆիզիկոսների խումբն էր: Նրանք առաջարկեցին ընտրովի լեգիրված այնպիսի կառուցվածք, որն օգտագործում է GaAs/GaAlAs հետերաանցման հատկությունները: Դրա հիման վրա հաջողվեց ստեղծել առաջին դաշտային տրանզիստորները՝ չափազանց փոքր փոխարկման ժամանակով ($\sim 10^{-12}$ վ) և սպառման էներգիայով ($\sim 10^{-14}$ Ջ) տարակառուցվածքների օգտագործմամբ: Վերջապես նկ. 10-ից կարելի է հասկանալ, թե լիցքակիրների շարժունության ինչպիսի հսկայական շահում կարելի է ստանալ՝ օգտագործելով ընտրովի լեգիրված կառուցվածքներ:

4. Համակարգը մակրոսկոպական է, իսկ հատկությունները՝ փոքրաչափ

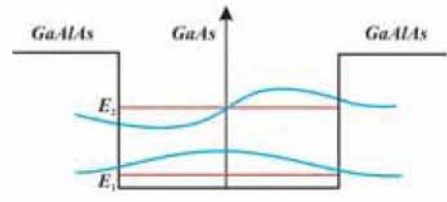
Ընտրովի լեգիրման գաղափարը խթանեց միայն քվանտային կառուցվածքներին բնորոշ՝ եզակի հատկություններով օժտված երկչափ էլեկտրոնային համակարգերի հատկությունների հետազոտությունները: Ասվածը պարզեցնելու համար, անհրաժեշտ է հենց սկզբից բացատրել, թե ինչպես է առաջանում երկչափ էլեկտրոնային



Նկ. 11. GaAs/GaAlAs անցաշերտի սահմանային պոտենցիալի թռիչքը

գազը հետերակառուցվածքներում: Մատչելի կերպով դա կարելի է ցույց տալ վերոնշյալ GaAs/GaAlAs հետերազույգի

օրինակով: Հայտնի է, որ կիսահաղորդչի կարևորագույն բնութագրերից մեկը նրա արգելված գոտու լայնությունն է: Եվ ահա, եթե լայն արգելված գոտիով բնութագրվող GaAlAs կիսահաղորդչային բյուրեղը հավի նեղ արգելված գոտիով GaAs բյուրեղին, ապա անցաշերտի սահմանների միջև կգոյանա պոտենցիալային պատնեշ, ինչպես ցույց է տրված նկ. 11-ում: Պարզ է, որ լայն արգելված գոտիով կիսահաղորդչում գտնվող էլեկտրոններին էներ-



Նկ. 12. Անցաշերտի սահմանային պոտենցիալի թռիչքը

գիապես շահավետ է անցնել նեղ գոտիով կիսահաղորդչի (նրանք, կարծես, «ցած են գլորվում» պոտենցիալային փոսը)՝ պոկվելով խառնուկային էլեկտրոններից և ձեռք բերելով մեծ շարժունություն: Եթե այժմ նեղ գոտիով կիսահաղորդչին երկու կողմից հավեն լայն արգելված գոտիով կիսահաղորդչներ (GaAlAs/GaAs/CuAlAs), ապա փոսի ներսում էլեկտրոնների տեղաշարժը կսահմանափակվի երկու կողմից (նկ. 12): Այլ կերպ ասած՝ կգոյանա էլեկտրոնային գազի բարակ շերտ (մի քանի տասնյակ անգստրեմ կարգի), որը գործնականում կորցնում է ազատության աստիճաններից մեկը: «Բարակ» անվանումն այստեղ ունի բացառիկ նշանակություն, քանի որ շնորհիվ այս հանգամանքի համակարգում սկսում են դեր խաղալ քվանտային երևույթները, որոնք

արմատապես փոխում են այդտեղ ընթացող ֆիզիկական երևույթների ամբողջ պատկերը:

Բայց ի՞նչ քվանտային երևույթների մասին է խոսքը, եթե շերտը, թեպետև բարակ, այդուհանդերձ մակրոսկոպական է: Չէ՞ որ դրանք դրսևորվում են ատոմական կամ մոլեկուլային մակարդակներում, իսկ այստեղ խոսքը վերաբերում է քվանտացմանն այն դեպքում, երբ բարակ կիսահաղորդչային շերտի հաստությամբ տեղադրված են տանյակ, իսկ երբեմն էլ հարյուրավոր ատոմային հանգույցներ:

Կարող է տարօրինակ թվալ սակայն հենց այդ հանգամանքն է թույլ տալիս, որ բարակ կիսահաղորդիչներում իրականացվեն քվանտային օրինաչափությունները: Սկզբից ևեթ նշենք, որ քանի որ լիցքակիրների մակարդակների քվանտացումը պայմանավորված է ուսումնասիրվող կիսահաղորդչային համակարգի փոքր չափերի առկայությամբ, ապա բնական է այդ քվանտացումն անվանել չափային: Չափային քվանտացման առաջնալը պայմանավորված է այն փաստով, որ կիսահաղորդիչներում լիցքակիրների այսպես կոչված m^* արդյունարար զանգվածը փոքր է: Արդյունարար զանգվածի ներմուծումը կիսահաղորդչային կառուցվածքներում լիցքակիրների շարժումը նկարագրելիս հնարավոր դարձավ հետազոտվող կիսահաղորդչի բյուրեղացանցի տրանսյացիոն համաչափության առկայության շնորհիվ: Քվանտամեխանիկական հաշվարկներով ցույց է տրվել, որ կիսահաղորդչային նյութի բյուրեղացանցի պարբերական դաշտում մասնիկի շարժման նկարագրությունը կարելի է

հանգեցնել կիսահաղորդչի ծավալում ազատ մասնիկի շարժման խնդրին, պայմանով, որ այժմ մասնիկն ունի այլ՝ որոշակի չափով փոփոխված զանգված, որն էլ հենց արդյունարար զանգվածն է: Ընդ որում, արդյունարար զանգվածի ներմուծման անհրաժեշտ պայմանը բյուրեղացանցի պոտենցիալի խիստ պարբերական լինելն է: Վերը դիտարկված բարակ շերտի դեպքում, օրինակ, երբ շերտի ներսում՝ շերտին ուղղահայաց տանյակ և հարյուրավոր հանգուցային ատոմներ են պարունակվում, որոնց դաշտը մեծ ձշտությամբ կարելի է պարբերական համարել և, հետևաբար, կարելի է ներմուծել արդյունարար զանգված հասկացությունը՝ չափային քվանտացման ուղղության երկայնքով: Մյուս կողմից հայտնի է, որ էլեկտրոնի ալիքային հատկությունները նկարագրվում են դը Բրոյլի տեսությամբ, համաձայն որի, էլեկտրոնին համապատասխանող դըբրոյյան ալիքի երկարությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\lambda_D = \frac{2\pi\hbar}{m_e v}, \quad (10)$$

որտեղ m_e -ն էլեկտրոնի զանգվածն է, v -ն՝ արագությունը: Եթե m_e - ի փոխարեն տեղադրվի $GaAs$ միացության համար $m_e^* = 0,067 m_e$), ապա կստացվի դըբրոյյան ալիքի արդյունարար երկարության արտահայտությունը՝

$$\lambda_D^* = \frac{2\pi\hbar}{m_e^* v} : \quad (11)$$

Պարզ է, որ դը Բրոյլի ալիքի արդյունարար երկարությունը զգալիորեն գերազանցում է ազատ էլեկտրոնի դը Բրոյլի ալիքի երկարությանը: Դրա հե-

տևանքով Հայզենբերգի անորոշությունների առնչությունը պետք է հաշվի առնվի նույնիսկ այն դեպքում, երբ կիսահաղորդչային շերտը կամ, ինչպես ասում են նաև, չափային քվանտացված թաղանթն ունի մակրոսկոպական չափեր: Դա հանգեցնում է նրան, որ մակրոհամակարգերում առաջանում են քվանտային վիճակներ: Բայց մյուս երկու ուղղություններում քվանտացում չկա, ուստի շարժումը թաղանթի հարթության մեջ կարելի է համարել ազատ և այդ շարժման սպեկտրը, բնականաբար, անընդհատ է: Այսպիսով՝ կարելի է անել կարևոր հետևություն. նանոթաղանթում շարժումը նկարագրվում է այնպիսի սպեկտրով, որի մի մասն ընդհատ է, իսկ մյուս մասը՝ անընդհատ: Այլ կերպ ասած՝ հնարավոր է, որ մակրոհամակարգում ծագեն քվանտային մակարդակներ:

Այս եզրակացությունը բացառիկ կարևոր է նրանով, որ ընդհատ սպեկտրի մակարդակները կարելի է կառավարել նանոկառուցվածքի չափը փոփոխելու միջոցով (օրինակ՝ փոփոխելով թաղանթի հաստությունը): Վերջին հանգամանքը հուշում է, որ կարելի է ստեղծել համակարգեր՝ նախապես տրված ֆիզիկական բնութագրերով: Թե մակրոհամակարգում ինչպես են ծագում քվանտային մակարդակները, կարելի է ներկայացնել անթափանց պատերով չափային քվանտացված կիսահաղորդչային թաղանթի օրինակով:

Դիցուք՝ մասնիկն այնպիսի միաչափ փոսում է, որի լայնությունը նրա դըբրոյյան ալիքի երկարության կարգի է: Պարզության նկատառումներով համարենք, որ փոսի ներսում մասնիկի պոտենցիալ էներգիան

հավասար է զրոյի, իսկ պատերի վրա ընդունում է անվերջ մեծ արժեքներ, այլ կերպ ասած՝ փոսի պատերից մասնիկն անդրադարձվում է (ստեղծվում է այնպիսի իրավիճակ, ինչպիսին կանգուն ալիքների դեպքում է): Մասնիկի պոտենցիալ էներգիան, հետևաբար, կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ՝

$$U(x) = \begin{cases} \infty, & \text{երբ } x < 0, \\ 0, & \text{երբ } 0 \leq x \leq a, \\ \infty, & \text{երբ } x > 0: \end{cases} \quad (12)$$

Քվանտային մեխանիկայից հայտնի է, որ միկրոմասնիկի վարքը նկարագրվում է այսպես կոչված Ψ ալիքային ֆունկցիայի միջոցով, որի մոդուլի քառակուսին ունի հավանականային իմաստ. $|\Psi|^2 dx$ -ն կորոդինատով կետն ընդգրկող dx երկարությամբ տեղամասում մասնիկի հայտնաբերման հավանականությունն է, Ψ ֆունկցիան որոշվում է ոչ ռեյատիվիստական քվանտային մեխանիկայի հիմնական հավասարումից, որը, ի պատիվ ավստրիացի ֆիզիկոս-տեսաբան Էրվին Շրյոդինգերի (1887-1961)՝ քվանտային մեխանիկայի ստեղծողներից մեկի անվանվում է Շրյոդինգերի հավասարում: Պարզվում է, որ (12) պայմանով որոշվող պոտենցիալային փոսում գտնվող մասնիկի վարքը նկարագրող Շրյոդինգերի հավասարումը համընկնում է ներդաշնակ տատանումների հավասարմանը, այն տարբերությամբ միայն, որ այս դեպքում որոնելի ֆունկցիայի դերը կատարում է այդ մասնիկի ալիքային ֆունկցիան: Այլ կերպ ասած՝ (12) տեսքի փոսում շարժվող մասնիկի ալիքային ֆունկցիան բավարարում է

$$\Psi'' + k^2\Psi = 0 \quad (13)$$

հավասարմանը, որտեղ

$$k = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}: \quad (13a)$$

Հասկանալի է, որ այդ նմանությունն արտաքուստ է, և, ի տարբերություն զսպանակին ամրացված տատանվող մարմնի, անվերջ խոր պոտենցիալային փոսում միկրոմասնիկի E էներգիան այլևս անընդհատորեն փոփոխվող մեծություն չէ: Այն կարող է հավասար լինել միայն որոշակի արժեքների, որոնք որոշվում են n բնական թվով: Մասնիկի էներգիայի հնարավոր արժեքները և այդ արժեքներին համապատասխանող $\Psi(x)$ ֆունկցիաները գտնելու համար հարկավոր է հաշվի առնել, որ Ψ ալիքային ֆունկցիան անընդհատ է, ուստի, քանի որ փոսից դուրս, այն է՝ $x < 0$ կամ $x > a$ տիրույթում, $\Psi(x) = 0$ (փոսն անթափանց է), ապա փոսի պատերի վրա այն նույնպես պետք է հավասար լինի զրոյի, այսինքն՝

$$\Psi(0) = \Psi(a) = 0:$$

Վերոնշյալ պայմանն այն փաստի հավաստումն է, որ փոսից դուրս մասնիկը հայտնաբերելու հավանականությունը հավասար է զրոյի:

Քանի որ (13) հավասարումը նաև ներդաշնակ տատանումների դիֆերենցիալ հավասարումն է, ուստի նրա լուծումը ընթերցողին ծանոթ է դեռևս դպրոցական դասընթացից՝

$$\Psi(x) = c \sin(kx + \delta), \quad (14)$$

որտեղ c -ն և δ -ն կամայական հաստատուններ են, որոնք դեռ պետք է որոշվեն:

Նկատի ունենալով, որ $\Psi(0) = 0$, (14)-ից ստացվում է՝ $\Psi(0) = c \sin \delta = 0$

որտեղից հետևում է, որ $\delta = 0$ այսինքն՝

$$\Psi(x) = c \sin kx: \quad (15)$$

$\Psi(a) = 0$ պայմանը հնարավորություն է տալիս գտնելու մասնիկի էներգիայի հնարավոր արժեքները: Իրոք, $\Psi(a) = c \sin ka = 0$ և քանի որ $c \neq 0$, ապա ստացվում է՝ $\sin ka = 0$ ինչը հնարավոր է, եթե

$$ka = \pi n, \quad n = 1, 2, 3, \dots: \quad (16)$$

(13a)-ից տեղադրելով k -ի արտահայտությունը՝ կարող են որոշվել մասնիկի էներգիայի արժեքները՝ կախված n բնական թվից՝

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2ma^2}: \quad (17)$$

(17)-ն նրա հավաստումն է, որ փոսում գտնվող մասնիկի էներգիան քվանտացված է, ինչը նշանակում է, որ այդ էներգիան կարող է ներկայացվել ընդհատ արժեքների հաջորդականության տեսքով՝

$$E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} \cdot 1, \quad E_2 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} \cdot 4,$$

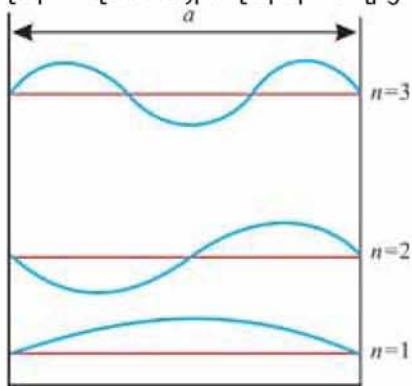
$$E_3 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} \cdot 9, \dots: \quad (18)$$

Էներգիայի այս արժեքները կամ, ինչպես ընդունված է ասել, էներգիական մակարդակները որոշվում են եզրային պայմաններից:

Այսպիսով՝ մասնիկի տեղայնացման տիրույթի սահմանների առկայությունը պատճառ է նրա, որ մասնիկի էներգիական մակարդակներն ունեն ընդհատ բնույթ: Այլ կերպ ասած՝ «կանգուն ալիքի» էներգիաների բոլոր հնարավոր արժեքներից, (16) պայմանի հաշ-

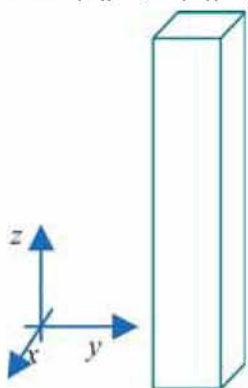
վառմամբ, ընտրվում է E էներգիայի արժեքների ընդհատ հավաքածու (նկ. 13): Լշենք, որ ջրածնի ատոմի դեպքում այդպիսի պայման է Բորի քվանտացման պայմանը:

Ստացված արդյունքներից հետևում է, որ էլեկտրոնային մակարդակները կարելի է կառավարել՝ փոփոխելով թաղանթի a հաստությունը: Եթե փոքրացվեն հոծ կիսահաղորդչի երեք չափերից երկուսը, ապա կունենանք, այսպես կոչված, քվանտային լար: Քվանտային լարերում լից-



Նկ. 13. Անվերջ խոր պոտենցիալային փոստում գտնվող մասնիկի ալիքային ֆունկցիաները և էներգիայի մակարդակները

թակիրների շարժումը քվանտացված է արդեն երկու ուղղությամբ: Մասնիկի էներգիայի սպեկտրը



Նկ. 14. Ուղղանկյունաձև հատույթով քվանտային լար

մասամբ քվանտացված է, մասամբ՝ անընդհատ: Սակայն քվանտացված էներգիայի բաժինը՝ քվանտային թաղանթի դեպքի համեմատ, դառնում է

զգալիորեն ավելի մեծ: Այս դեպքում լիցքակրի էներգիայի մակարդակները փոփոխելու հնարավորություններն ավելի մեծ են, քանի որ, օրինակ՝ ուղղանկյունաձև հատույթով քվանտային լարի դեպքում կարելի է փոփոխել երկու երկրաչափական պարամետր՝ a_1 -ը և a_2 -ը (նկ. 14):

Էներգիայի համապատասխան սպեկտրը կընդունի հետևյալ տեսքը՝

$$E_{n_1, n_2, k_z} = \frac{\pi^2 \hbar^2 n_1^2}{2ma_1^2} + \frac{\pi^2 \hbar^2 n_2^2}{2ma_2^2} + \frac{\hbar^2 k_z^2}{2m}, \quad (19)$$

որտեղ n_1 -ը և n_2 -ը բնական թվեր են (և կոչվում են քվանտային թվեր):

Պատկերն առավել հետաքրքիր է դառնում, եթե մասնիկի շարժումը սահմանափակված է երեք չափերին համապատասխանող ուղղություններով: Այդ դեպքում էներգիայի սպեկտրը լրիվ քվանտացված է, և անթափանց ուղղանկյուն զուգահեռանիստի մոդելի համար կարող ենք գրել՝

$$E_{n_1, n_2, n_3} = \frac{\pi^2 \hbar^2 n_1^2}{2ma_1^2} + \frac{\pi^2 \hbar^2 n_2^2}{2ma_2^2} + \frac{\pi^2 \hbar^2 n_3^2}{2ma_3^2}; \quad (20)$$

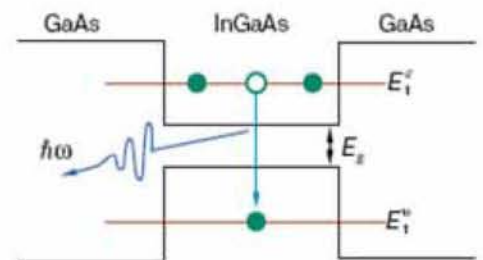
Հանգեցինք շատ կարևոր արդյունքի. մակրոսկոպական համակարգում կարելի է իրականացնել լրիվ քվանտացված սպեկտրով բնորոշվող մասնիկի վիճակ: Քանի որ նմանօրինակ վիճակ սկզբնապես հայտնաբերվել է ատոմական կառուցվածքներում, գիտական գրականության մեջ այդպիսի համակարգերն անվանվեցին «արիեստական» ատոմներ (մյուս տարածված անվանումն է «քվանտային կետ»):

Ինչպե՞ս կարելի է օգտագործել

առաջին հայացքից անսովոր թվացող այդ կառուցվածքները նոր սերնդի սարքերի տարրերի բազայում հարցին պատասխանելու համար ավելի լավ է դիտարկենք կոնկրետ օրինակ, երբ վերոնշյալ համակարգերը կիրառվում են որպես ակտիվ միջավայրեր հետերակառուցվածքային լազերների համար:

5. Ի՞նչ գույնի լազեր եք ցանկանում

Այսօր արդեն քվանտային փոսերի էներգիական մակարդակներն օգտագործող լազերները մտել են նույնիսկ շուկա և օգտագործվում են, օրինակ, թեքավոր օպտիկական կապուղիներում: Տեսնենք, թե ինչպես են կառուցված և աշխատում այդ սարքերը: Նախ հիշեցնենք, որ



Նկ. 15. Քվանտային փոսի հիման վրա ստեղծված լազերի սխեմա

կամայական լազերի աշխատանքի համար անհրաժեշտ է ստեղծել ակտիվ նյութի էներգիական մակարդակների ինվերս բնակեցվածություն: Դա նշանակում է, որ ավելի բարձր մակարդակներում պետք է լինեն ավելի շատ էլեկտրոններ, քան ցածրերում (ջերմային հավասարակշռության վիճակում պատկերը լրիվ հակառակն է): Այնուհետև, յուրաքանչյուր լազերին անհրաժեշտ է օպտիկական ռեզոնատոր կամ հայելիների համակարգ, որն էլեկտրամագնիսական ձառագայթումը «փակում է» աշխատանքային ծավալում:

Քվանտային փոսը լազերի վերածելու համար հարկավոր է այն միացնել երկու հպակների, որոնցով էլեկտրոններն անընդհատ կարող են ներթափանցել աշխատանքային տիրույթ: Դիցուք՝ հպակներից մեկով էլեկտրոնները մտնում են հաղորդականության գոտի, որտեղից «ցատկելով» արժեքականության (վալենտականության) գոտի՝ նրանք կարծակեն էլեկտրամագնիսական ճառագայթման քվանտներ (նկ. 15): Այնուհետև արժեքականության գոտում այդ լիցքակիրները պետք է շարժվեն դեպի մյուս հպակը: Քվանտային մեխանիկայում ապացուցված է, որ ճառագայթման ω հաճախությունն այդ դեպքում որոշվում հետևյալ առնչությունից՝

$$\hbar\omega = E_g + E_1^c + E_1^v, \quad (21)$$

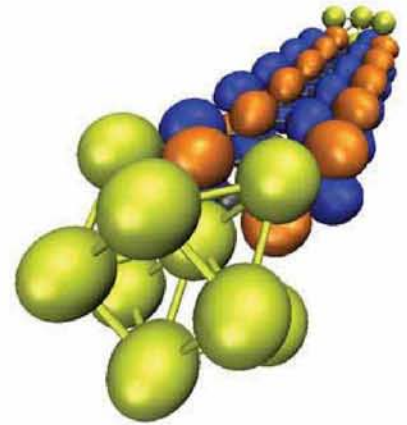
որտեղ E_1^c -ն և E_1^v -ն համապատասխանաբար հաղորդականության և արժեքականության գոտիներում առաջին մակարդակների էներգիաներն են, E_g -ն՝ արգելված գոտու լայնությունը:

Լազերի առաջացրած էլեկտրամագնիսական ճառագայթումն անհրաժեշտ է կենտրոնացնել սարքի կենտրոնական, աշխատանքային տիրույթում: Դրա համար ներքին շերտերի բեկման ցուցիչը պետք է ավելի մեծ լինի, քան արտաքին շերտերինը: Կարելի է նաև ասել, որ ներքին տիրույթը խաղում է ալիքատարի դեր, որի սահմաններին տեղադրվել են հայելիներ: Հայելիների այդ համակարգը ոչ այլ ինչ է, քան ռեզոնատոր: Ընդ որում, քվանտային փոսերի էներգիական մակարդակներն օգտագործող լազերներն առավելություն ունեն սովորական կիսահաղորդչային լազերների նկատմամբ: Այդ

սարքերը կարելի է վերափոխել՝ փոփոխելով էներգիական սպեկտրը բնութագրող պարամետրերը: Այսպես՝ փոսի չափերը փոքրացնելիս հաղորդականության և արժեքականության գոտիներում էլեկտրոնների համապատասխան E_1^c և E_1^v նվազագույն էներգիաներն աճում են, և այդ պատճառով լազերի գրգռած հաճախությունը մեծանում է: Փոփոխելով քվանտային փոսի հաստությունը՝ կարելի է հասնել նրան, որ օպտիկական կապուղում, որով տարածվում է ճառագայթումը, մարումը լինի նվազագույն: Բացի այդ, երկչափ էլեկտրոնային գազում ավելի հեշտ է ստեղծել ինվերս բնակեցվածություն: Ուստի քվանտային կառուցվածքներն օգտագործող լազերներն ավելի շահավետ են. նրանք սպառում են ավելի փոքր ուժգնության հոսանք, քան կիսահաղորդչային լազերները և, բացի այդ, օժտված են բարձր ՕԳԳ-ով. սպառված էլեկտրական էներգիայի մինչև 60%-ը փոխակերպվում է լուսայինի: Վերջին ժամանակներս աշխարհի շատ գիտական լաբորատորիաներում աշխատանքներ են տարվում քվանտային կետերի հիման վրա գործող լազերներ ստեղծելու ուղղությամբ:

Մենք ներկայացրինք նոր սերնդի սարքերում որպես տարր օգտագործվող նանոկառուցվածքների արդյունավետությունը ցուցադրող ամենափայլուն օրինակներից մեկը: Բնական է, որ այդ սարքերը միայն տարակառուցվածքային լազերներով չեն սահմանափակվում: Այսօր արդեն լայնթափով հետազոտություններ են կատարվում քվանտային փոսերի հիման վրա գործող ֆոտոտարրեր, սենսորներ, սպիտակ լույսի աղբյուրներ և այլն ստեղ-

ծելու ուղղությամբ: Քվանտային նանոկառուցվածքները կիրառ-



վում են նաև քվանտային համակարգիչներում (և վերջիններիս կարևորագույն տարրերից են), որտեղ անհրաժեշտություն է ծագում ստեղծել մի կողմից մաքուր, իսկ մյուս կողմից խառը վիճակներ:

Եզրակացություն

Մենք հողվածը սկսեցինք խորտակվող նավի պատմությունից, ցույց տալու համար, թե ինչպես են առաջին հայացքից որևիցե գործնական կիրառություն կարծես չունեցող գաղափարները հանկարծ կոնկրետ կիրառություն գտնում մարդու ամենօրյա կենսագործունեության մեջ: Եթե մի պահ տեղափոխվենք XIX դարի վերջը, ապա «միջին վիճակագրական բնակչի» համար իտալացի ֆիզիկոս Գույելմո Մարկոնիի (1874-1937) կամ ռուս ճարտարագետ Ալեքսանդր Դոպովի (1859-1906) հետազոտության արդյունքները (ռադիոյի գյուտը) բոլորովին ոչինչ չէին նշանակում: Սակայն արդեն XX դարի 30-ականներին անհնար էր պատկերացնել մարդու կյանքն առանց ռադիո, իսկ նավերը նավարկման էին գնում՝ ցամաքի հետ հուսալի ռադիոկապ ապահովելուց հետո միայն: Ճիշտ

այդպես էլ 40-ականների վերջին քչերին էին հետաքրքրում ամերիկացի ֆիզիկոսներ Ջոն Բարդինի, Ուոլտեր Բրատենի և Ուիլյամ Շոկլիի՝ էլեկտրամագնիսական ճառագայթման պինդմարմնային գեներատորի ստեղծման աշխատանքի արդյունքները, մինչև պարզ չդարձավ, որ նրանց ստեղծած կիսահաղորդչային տրանզիստորի հիման վրա կարելի է պատրաստել ոչ միայն դյուրակիր լսողական ապարատներ, այլ նաև ստեղծել տիեզերական ապարատների համար էլեկտրոնային սարքեր: Մարդկությունը դեռ նոր էր սկսել լրիվ ծավալով գնահատել երկրորդ էլեկտրոնային հեղափոխության արդյունքները, երբ «Успехи физических наук» հանդեսում լույս տեսավ առաջին ամփոփիչ աշխատանքներից մեկը, որը վերաբերում էր կառավարելի էներգիական սպեկտրով փոքրաչափ կիսահաղորդչների ֆիզիկական հատկություններին:

Տեխնիկայի սրընթաց զարգա-

ցումը վերջին մի քանի տարվա ընթացքում տառացիորեն փոխել է քաղաքակրթության դեմքը: Հինգ տարի առաջ շատերը չէին էլ կարող պատկերացնել, որ շատ մոտ ապագայում գրպանում կարելի է պահել մի ամբողջ էլեկտրոնային գրադարան, իսկ այսօր «ֆլեշկայով» ոչ ոքի չես զարմացնի: Թերևս այդ պատճառով էլ էլեկտրոնիկայի առաջընթացն ամենափայլուն օրինակն է նրա, թե ինչպես են ակադեմիական աշխատասենյակների և լաբորատորիաների անդորրում ծնված գիտական տեսությունները և փորձերը կանխորոշում մարդկային կենսագործունեության տարբեր ոլորտներում (բժշկություն, գյուղատնտեսություն և այլն) տեխնիկական առաջընթացը: Եվ ամեն անգամ, նշելով հերթական նվաճումն էլեկտրոնիկայի բնագավառում, անհրաժեշտ է արժանին մատուցել այն երեք «կետերին», որոնց վրա պահվում է ժամանակակից էլեկտրոնիկայի

շենքը՝ լամպին, տրանզիստորին և հետերանցմանը:

Գրականություն

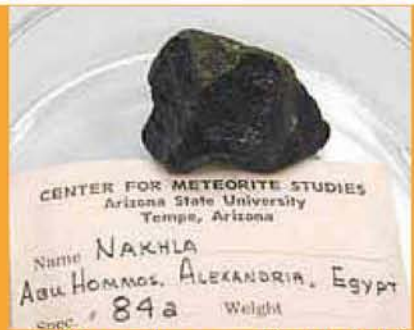
1. Ж. Алферов, «История и будущее полупроводниковых гетероструктур»// Физика и техника полупроводников, т.32, 3 (1998).
2. Է. Ղազարյան, Ա. Պետրոսյան, Կիսահաղորդչային անտէլեկտրոնիկայի ֆիզիկական հիմունքները, Երևան, ՌՀՀ Իրատարակչություն, 2005:
3. М. Левинштейн, Г. Симин, «Барьеры» Библиотечка «Квант», т. 65, М., Наука, 1987.
4. Է. Ղազարյան, Ա. Կիրակոսյան, «Նանոհամակարգերի ֆիզիկա»// Գիտության աշխարհում, N1, 18 (2005):
5. Վ. Հարությունյան, Ա. Հարությունյան, «Սովորականի» և «անսովորի» եզրագծում կամ ձեպանկար նանոտեխնոլոգիաների մասին»// Գիտության աշխարհում, N 2, 19 (2005):
6. В. Демиховский, «Квантовые ямы, нити, точки. Что это такое?»// Соросовский образовательный журнал, N5, 80 (1997).
7. К. Двоян, Л. Петросян, А. Саркисян, «Искусственный атом – фантастика или реальность?»// Чрթությունը և գիտությունը Արցախում, N1-2, 150 (2006):
8. А. Шик, «Квантовые нити»// Соросовский образовательный журнал, N 5, 87 (1997).
9. В. Белявский, «Физические основы полупроводниковой нанотехнологии»// Соросовский образовательный журнал, N10, 92 (1998).
10. Է. Ղազարյան, Ա. Կիրակոսյան, «Երկչափ էլեկտրոնային համակարգեր»// Գիտություն և տեխնիկա, N5, 12 (1985):

ՍԵՐԳԵՅ ԼԵՍԿՈՎ

ՇԱՆԸ ՄՊԱՆԱԾ ԱՍՈՒՊԻ ՆԵՐՍՈՒՄ ԿՅԱՆՔ ԿԱՐ*

Գրեթե 100 տարի առաջ եգիպտոսի Նախլա գյուղի մոտակայքում մի խոշոր ասուպ էր ընկել: Այն առաջին երկրային մարմինն էր, որը, ըստ փաստագրական վկայությունների, սպանել է երկրի բնակչին՝ շանը: Այժմ ՆԱՍԱ-ն անդրադարձել է Նախլա ասուպի ուսումնասիրությանը և հայտնաբերել է դրա ներսում միացություններ, որոնք, ամենայն հավանականությամբ, օրգանական ինչ-որ նյութի տրոհման արդյունք են:

* <http://www.inauka.ru/space/article62213>



XX դարի առաջին կեսերին մենք քննարկում էինք այն հարցը, թե ինչպես գտնենք Մարսի վրա բնական էակների: Նրանց ազդանշան տալու համար անապատում գծանկարում էին հսկայական պատկերներ: Բայց որքան գիտելիքներ էինք ձեռք բերում, այնքան ավելանում էր մեր տրտմությունը, և այժմ մենք համաձայն ենք գտնել մանրէներ, որոնց գոյատևման համար հար-

կավոր է ընդամենը ջուր: Մարսի վրա կյանք հայտնաբերելու փորձերը սահմանափակվում են ջրի և ածխածնի որոնումներով: Վերջերս ամերիկյան մարսագնացները հաստատել են այդ մոլորակի վրա սառույցի առկայությունը, բայց ածխածնի հետք չեն հայտնաբերել:

Եգիպտական Նախլա ասուպը ընկել է երկրի վրա 1911 թ. (փաստորեն, այն Տունգուսական ասուպի հասակակիցն է. վերջինս ընկել է տայգայում 1908 թ.) և պահպանվում է Բնագիտության պատմության բրիտանական թանգարանում: Թանգարանի աշխատակիցները փոխանցել են այդ արժեքավոր նմուշը ՆԱՍԱ-ին: ՍԵՐԳԵՅ ԼԵՍԿՈՎ

Ծարունակությունը՝ էջ 37



ՏԻԳՐԱՆ ԶԱՐԳԱՐՅԱՆ

«Հ ԳԱԱ հիմնարար գիտական գրադարանի տնօրեն, տեխնիկական գիտությունների թեկնածու

ԹՎԱՅԻՆ ԳՐԱԴԱՐԱՆԻ ԱՏԵՂԾՄԱՆ ՆԵՐԿԱ ՎԻՃԱԿԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ. ԶԵՌՔԲԵՐՈՒՄՆԵՐ, ԱՊԱԳԱՅԻ

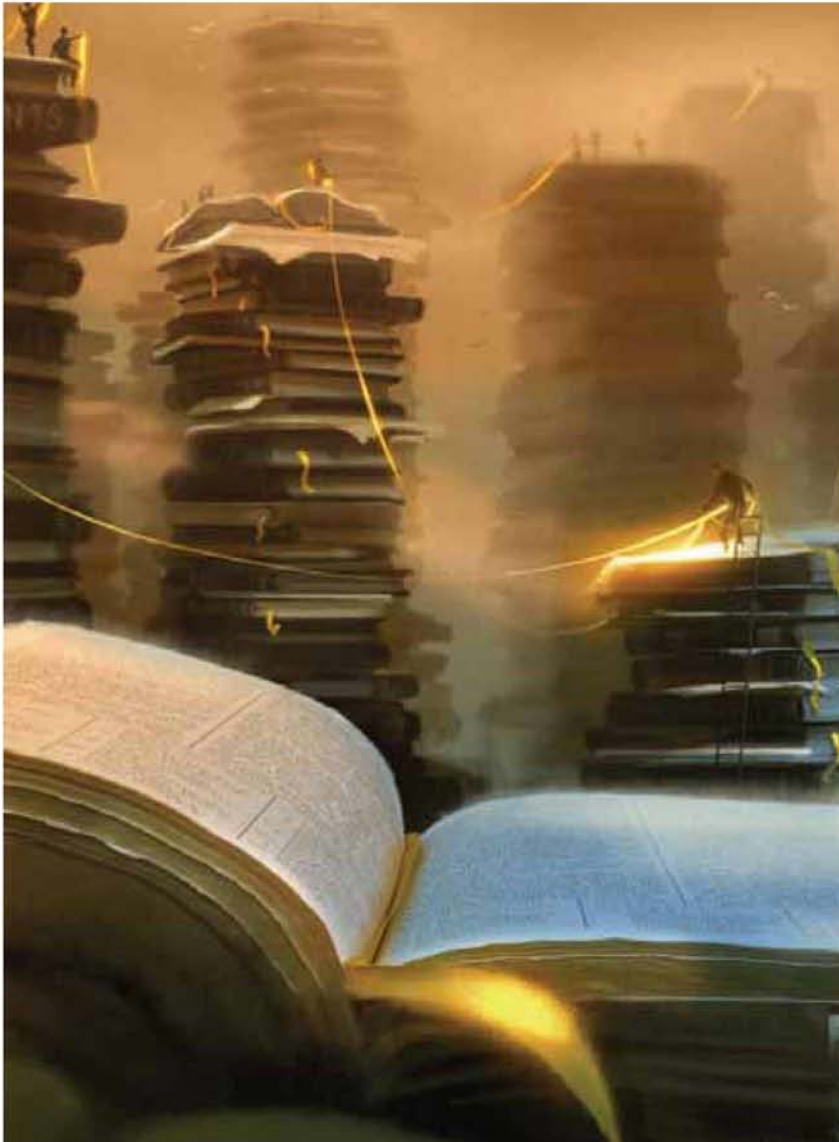
ԶԱՐԳԱՑՈՒՄՆԵՐ

Համակարգչային և տեղեկատվական տեխնոլոգիաների բուռն զարգացումը ողջ աշխարհում ստեղծեցին նախադրյալներ՝ փաստելու, որ մարդկությունը արդյունաբերականից անցում է կատարում դեպի տեղեկատվական հասարակություն: Եթե զարգացած երկրների պարագայում այս անցումն արդեն իրողություն է, ապա զարգացող և անցումային տնտեսություն ունեցող երկրների դեպքում, որոնց թվին է պատկանում նաև Հայաստանը, դեռևս կան բազմաթիվ անելիքներ և չլուծված խնդիրներ, որոնք լուրջ խոչընդոտներ են գիտելիքահենք տնտեսության ձևավորման ճանապարհին: Սույն հոդվածում վեր են հանված տեղեկատվական հասարակության հիմնական բաղկացուցիչներից կարևորագույնի՝ թվային գրադարանի ձևավորման ուղղությամբ Հայաստանում վերջին տարիների ընթացքում կատարված աշխատանքները:

Համակարգիչների մուտքը հեղաշրջում կատարեց տեղեկատվական պահոցներում՝ առաջադրելով գրադարանների, արխիվների, թանգարանների աշխատանքի նորովի կազմակերպման խնդիրը: Եվ պատահական չէ, որ ներկայումս գնալով մեծ թափ է ստանում այդ կառույցների թվայնացումը: Ավտոմատացումը փոխեց ավանդական գրադարանի տեսքը ինչպես գրադարանավարի, այնպես էլ ընթերցողի համար: Եթե առաջինի աշխատանքը դարձավ ավելի բարդ և ծավալուն, ապա ընթերցողը ստացավ լայն հնարավորություն՝ օգտվելու տարաբնույթ ծառայություններից, որոնք մինչ այդ անհասանելի էին: Թվային գրադարանի¹

ստեղծման գաղափարը ծագել է էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենաների շահագործմանը զուգընթաց դեռևս 1940-ական թվականներին: Այսպես՝ ԱՄՆ գիտական, հետազոտական և զարգացման գործակալության այն ժամանակվա տնօրեն Վաննեվար Բուշը «Ատլանտիկ Մոնթի» ամսագրի 1945 թ. հուլիսի համարում հրատարակեց «Ինչպես որ կարծում էինք» հոդվածը [2], որտեղ կանխատեսումներ էին արվում ապագայի գրադարանների մասին: Փաստորեն շուրջ 60 տարի առաջ առաջարկվում էր հաշվիչ մեքենաները կիրառել գիտական հրատարակությունների էլեկտրոնային տարբերակների կուտակման, պահպանման և հետագա օգտագործման նպատակով: Բուշն իր մեքենան պայմանականորեն անվանել է «մեմեքս», որն իր հատկանիշներով նման էր ներկայիս անհատական համակարգչին: Այս մեքենան պետք է կարողանար հիշել գրքերի մասին տվյալներ,

¹ Թվային գրադարան կառույցներ, որոնք տրամադրում են պաշարներ, այդ թվում մասնագիտական աշխատակազմ, իրենց հավաքածուների
• ընտրության, կազմակերպման, մատչելիության ապահովման.
• ներկայացման, տարածման, ամբողջականության պահպանման.
• երկարակեցության երաշխավորման համար այնպես, որ թվային նյութերը մատչելի լինեն հանրության տարբեր խմբերին [1]:



բովանդակությունը, ինչպես նաև կատարեր դասիչավորման աշխատանքներ: Եվ միայն 1970-ական թվականներից սկիզբ առած էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենաների զանգվածային արտադրությունը, դրանց գների շեշտակի նվազումը, հուսալիության բարձրացումը թույլ տվեցին գրադարանագիտության, համակարգչային գիտության և ինֆորմատիկայի մասնագետներին համատեղ աշխատանքներ սկսել գրադարանային գործընթացների ավտոմատացման և գրադարանային հավաքածուների թվայնացման ուղղությամբ: Ինտերնետը, տվյալների հաղորդ-

ման արագագործ ցանցերն իրենց հերթին նախադրյալներ ստեղծեցին թվային գրադարանների տարածապես բաշխված ենթահամակարգերի ձևավորման համար:

Մինչ Հայաստանում թվային գրադարանի ստեղծման ուղղությամբ տարվող աշխատանքները ներկայացնելը համառոտ կներկայացնենք զարգացած երկրներում այս ուղղությամբ առկա ձեռքբերումները: Միանգամից հարկ է նշել, որ կան ինտերնետային պաշարներ, որոնք հանրությանը կարող են հասանելի լինել անարգել (նման պաշարները հիմնականում կրում են ուղղոր-

դողբնույթ), և կան պաշտպանված պաշարներ, որոնք հասանելի են օգտվողների սահմանափակ խմբերի: Եվրոպական երկրների և ԱՄՆ-ի գրադարաններում թղթային քարտարանները վաղուց իրենց տեղը գիջել են էլեկտրոնային համարժեքներին: Սրանք արագագործ, որոնման տեսանկյունից ձկուն, մատչելիության առումով 24/7/360 ձևաչափով աշխատող քարտարաններ են: Որոնում կարելի է իրականացնել նյութի մատենագիտական նկարագրության բոլոր դաշտերով, ինչպես նաև դրանց տրամաբանական համադրություններով: Ամենախոշոր էլեկտրոնային գրացուցակը ԱՄՆ Կոնգրեսի գրադարանինն է, որը հասանելի է հետևյալ ինտերնետային հասցեով՝ <http://catalog.loc.gov/>

Քանի որ էլեկտրոնային քարտարաններն ուղղորդող պաշարներ են, ապա դրանք հասանելի են բոլորին, և դրանցից օգտվելն անվճար է:

Հաջորդ հետաքրքրական պաշարները, որոնք անվճար տրամադրվում են հանրությանը “Google-Scholar”-ի կողմից ստեղծված գիտական հրատարակությունների տարաբնույթ շտեմարաններն են՝ ինդեքսավորված ըստ տեքստում հանդիպող բոլոր բառերի: Դիտարկենք այն ավելի մանրամասնորեն:

Այցելենք՝ <http://scholar.google.com/>: Որոնում կատարելու նպատակով լրացնենք *Ambartsumyan*:

Որպես փնտրման արդյունք կստանանք նկար 1-ում բերված պատկերը:

Սեղմելով վերնագրի կապի վրա՝ կակտիվանա լրիվ տեքստային հոդվածը կարդալու միջերեսը: Միջերեսը հուշում է, որ հոդվածի լրիվ տեքստային տար-

The Degenerate Superdense Gas of Elementary Particles - all 2 versions»
 VA Ambartsumyan, GS Saakyan - Soviet Astronomy, 1960 - adsabs.harvard.edu
 Title: The Degenerate Superdense Gas of Elementary Particles. Authors: Ambartsumyan, VA; Saakyan, GS. Publication: Soviet Astronomy, Vol. 4, p.187. ... 200 LITERATURE CITED
 [1] VA Ambartsumyan, Izvest. Akad. Nauk ArmSSR (Ser. ...
 Cited by 80 - Related Articles - Web Search



Նկար 1.

բերակը ազատորեն հասանելի է ընթերցողին՝ պոստսկրիպտ ֆորմատով և նկարի տեսքով:

Ակտիվացնելով «Cited by 80» կապը՝ համակարգը ցույց կտա բոլոր այն աշխատությունները որոնցում հղում է կատարված տվյալ հոդվածին:

«Google-Scholar»-ը գիտական ամսագրերից մեծ թվով հոդվածներ, մենագրություններ, գլուխներ գիտական գրքերից թվայնացրել և ազատորեն հասանելի է դարձրել հանրությանը:

Մյուս օգտակար ծառայությունը <http://books.google.com/> կայքն է:

Այցելելով այստեղ և որպես որոնման բառ մուտք անելով Orbeli՝ կարտածվեն գրքեր և, սեղմելով դրանցից նկար 2-ում պատկերված գրքի վրա, կարտածվեն այդ գրքի այն էջերը որոնցում առկա է Orbeli բառը: Սա հնարավոր է, քանի որ նկար 2-ում բերված գրքի մատենագիտական նկարագրությունում առկա է Սահմանափակ դիտման հնարավորությունը (Limited pre-

Սա բազմալեզու, ուստայնի վրա հիմնված, ազատ հանրագիտարան է և կառավարվում է «Վիկիմեդիա»² շահույթ չհետապնդող հիմնադրամի կողմից: 2007 թվականի սեպտեմբերի դրությամբ «Վիկիպեդիայում» կար կուտակված 8.2 միլիոն հոդված՝ 253 լեզուներով: «Վիկիպեդիան» համագործակցային աշխատանքի լավագույն օրինակներից է և ձևավորվում է կամավորների ջանքերով: Այն աշխարհի 10 ամենահաճախ այցելվող կայքերի ցանկում է: Հիմնական հաշվողական հզորությունները տեղաբաշխված են Տամպա քաղաքում (ԱՄՆ, Ֆլորիդա նահանգ), Ամստերդամում և Սեուլում: «Վիկիպեդիայի» հայերեն ձյուղավորումը հասանելի է <http://hy.wikipedia.org/>, իսկ ռուսերենը՝ <http://ru.wikipedia.org/> հասցեներով:

«Գուտենբերգի» նախագիծ³: Սա մեկ այլ բարձր պահանջարկ վայելող շտեմարան է, որում կուտակված են դասական գրողների ստեղծագործությունները

Chronic Pain: Reflex Sympathetic Dystrophy : Prevention and Management - Page 152
 by Hooshang Hooshmand - Medical - 1993
 They also showed that iv administration of reserpine or propranolol resulted in improvement of bilateral ptosis. FATIGUE AND SYMPATHETIC NERVE BLOCK: ORBELI
 Limited preview - About this book - Add to my library



view):
 Նկար 2

Հաջորդ օգտակար պաշարը, «Վիկիպեդիան» է՝ <http://www.wikipedia.org/>:

թվայնացված պատճենները:
 «YouTube» նախագիծ⁴: Սա տեսաֆիլմեր տեղադրելու և

² <http://wikimediafoundation.org/wiki/Home>
³ <http://www.gutenberg.org/>
⁴ <http://www.youtube.com/>

դիտելու կայք է: Գրանցված բաժանորդներն իրավունք ունեն բեռնավորելու իրենց տեսաֆիլմերը, և դրանք մատչելի դարձնելու հանրությանը: Գրանցում չունեցող բաժանորդները կարող են պարզապես դիտել այս տեսաֆիլմերը: Հիմնադրվել է 2005 թվականի փետրվարին, իսկ 2006 թվականի հոկտեմբերին գնվել է «Google»-ի կողմից:

«Flickr» նախագիծ⁵: Լուսանկարների տեղադրման և դրանք հանրությանը մատչելի դարձնելու համար նախատեսված կայք է: Համաձայն կազմակերպության կողմից տրամադրված տվյալների՝ 2007 թվականի օգոստոս ամսի դրությամբ այն տեղ կուտակված է մոտ մեկ միլիարդ լուսանկար:

Սա ոչ լրիվ ցանկն է ինտերնետային այն պաշարների, որոնք մեծապես աջակցում են տեղեկատվական հասարակության կայացմանը, միտված են «Ինտերնետ 2.0» և «Գրադարան 2.0» հասկացությունների ձևավորմանը:

2000 թվականին Բաց հասարակության ինստիտուտ հիմնադրամը Հայաստանի գրադարաններին դրամաշնորհ տրամադրեց թվային գրադարանի ձևավորման աշխատանքների իրականացման համար: Ծրագրին տրվեց «Հայաստանյան գրադարանների միացյալ ավտոմատացված ցանց» ընդհանրական անվանումը: Մինչև 2010 թվականն ընկած ժամանակահատվածի համար որպես ծրագրի հիմնական նպատակ նախատեսված է հետևյալ աշխատանքների իրականացումը:

1. Հայաստանի գրադարանների համահավաք գրացուցակի ձևավորում:

⁵ <http://www.flickr.com/>

№1. 2008
 ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ
 գիտություն

2. Բազմալեզու հեղինակավոր ցանկերի և առարկայական խորագրերի ստեղծում:

3. «Բաց մատչելիության» սկզբունքի վրա հիմնված գիտական հաղորդակցության մոդելի ներդրում:

4. Հայատառ գրականության լրիվ տեքստային թվային հավաքածուների ստեղծում:

5. Հայաստանի գիտական հանրությանը հեղինակային իրավունքի նոր մոդելների ներկայացում:

Ծրագրով նախատեսված աշխատանքների հաջող ներդրումը լուրջ քայլ կլինի Հայաստանի գրադարանների արդիականացման, համաշխարհային տեղեկատվական տարածքին դրանց ինտեգրման գործում, ինչպես նաև մեծապես կօգնի օգտվողներին՝ արագ միանալու Հայաստանի մատենագիտական և լրիվ տեքստային տարաբնույթ շտեմարաններին: Ծրագիրը եզակի հնարավորություն է տեղեկատվական նոր տեխնոլոգիաներ և ավտոմատացման միջոցներ ներդնելիս աջակցելու հանրապետության գրադարաններին՝ աշխատանքի ավանդական ձևերից անցնելու «թվային» մոդելների կիրառմանը:

Ներկայացնենք վերը թվարկված աշխատանքները ավելի հանգամանալից:

1. Հայաստանյան գրադարանների համահավաք գրացուցակի ձևավորում: Աշխատանքի հիմնական նպատակն է օգնել գրադարաններին իրենց թղթային քարտարանները էլեկտրոնային տեսքով ներկայացնելու գործում, որը կհեշտացնի օգտվողների համակարգչային մուտքը հայաստանյան գրադարանային հավաքածուներ: Հարկ է նշել, որ էլեկտրոնային գրացուցակը թվային



գրադարանի հիմնական, ամենակարևոր և ստեղծման առումով ամենաաշխատատար բաղկացուցիչն է: Համահավաք գրացուցակը [3] ներկայումս պարունակում է ավելի քան 1.7 միլիոն մատենագիտական գրառում, և այս քանակն անընդհատ աճում է: Համահավաք գրացուցակը ամբողջական տեղեկություն է տալիս նյութի ձևաչափի (գիրք, ամսագիր, քարտեզ, էլեկտրոնային կրիչ և այլն), մասնակից գրադարաններում դրա առկայության և քանակների, գրադարանի ներսում դրա տեղաբաշխման և կարգավիճակի (ազատ է թե գրադրված, կազմատանն է, կորած է և այլն) մասին: Բացի էլեկտրոնային գրացուցակի ձևավորման աշխատանքներից՝ գրադարանները սկսել են իրականացնել նաև ընթերցողների էլեկտրոնային հաշվառում և պատվիրված նյութերի համակարգչային սպասարկում:

Համահավաք էլեկտրոնային գրացուցակն իր թղթային հա-

մարժեքի համեմատ մի շարք առավելություններ ունի

- Այն մեքենաընթեռնելի է: Սա նշանակում է, որ այլ գրադարաններ կարող են համահավաք գրացուցակի գրառումները էլեկտրոնային տեսքով բեռնաթափել իրենց քարտարան: Նման մուտեցումը բերում է ժամանակի և աշխատուժի մեծ տնտեսման, բարձրացնում է քարտարանի ստեղծման աշխատանքների որակը: Հենց մեքենաընթեռնելիության հաշվին էր, որ եվրոպական և ամերիկյան գրադարանները համեմատաբար կարճ ժամանակահատվածում (մոտ 15 տարի) ավարտեցին իրենց էլեկտրոնային քարտարանների ձևավորման ծանր և աշխատատար գործընթացը: Ապագայում, ի հաշիվ համահավաք գրացուցակի մեքենաընթեռնելիության հատկության, Հայաստանի մարզային, գյուղական, դպրոցական, մասնագիտական գրադարաններն ավտոմատացման

Քննարկ	Վերնագիր	Տարի	Գտնվ. վայր
Աճառյան, Գրաչյա Գալստյան, 1876-1953	Греческие заимствования в армянском языке / Р. Ачарян.	1999	Ազգային-գրադարան (1/0)
Աճառյան, Գրաչյա Գալստյան, 1876-1953	Լիակատար քերականություն հայոց լեզվի: Գամեմատությանը 562 լեզուների: Իմաստարանություն, բառաքննություն, շարահյուսություն / Գ. Աճառյան; ԵՊՀ.	2005	Ազգային-գրադարան (2/0) Գրապալատ(1/0) ԳԳԱԱ-գրադարան (1/0)

Նկար 3

աշխատանքներ սկսելու պարագայում ի վիճակի կլինեն համահավաք գրացուցակից անհրաժեշտ գրառումներն իրենց տեղային քարտարան բեռնաթափելու՝ դրանով իսկ ազատվելով մուտքագրման ծանր աշխատանքից⁶:

- Այն կծառայի որպես միջգրադարանային բաժնույթի կազմակերպման կենտրոն:

Մի քանի օրինակների օգնությամբ ներկայացնենք քարտարանի հնարավորությունները: Կայքը հասանելի է <http://www.armunicat.am:8991/ARMA> հասցեով: Նշենք, որ ներկայացվող քարտարանում հնարավոր է իրականացնել որոնում ինչպես հայերեն, լատիներեն և կիրիլիցայի, այնպես էլ այլ լեզուների տառերով: Եթե «Փնտրման դաշտ» ընտրացանկից ընտրենք «Հեղինակ», իսկ «Հավաքեք բառ կամ բառակապակցություն» դաշտում լրացնենք «Աճառյան» և սեղմենք «Փնտրել» կոճակը, ապա կստանանք Աճառյանի գրքերի մատենագիտական նկարագրությունները: Նկար 3-ում ներկայացված է այդ որոնման արդյունքի մի փոքր հատվածը:

⁶ Բրիտանական գրադարանը իր էլեկտրոնային քարտարանի հայագիտական բաժնի ձևավորման ընթացքում հարկ եղած դեպքում պահանջվող գրառումները ուղղակիորեն բեռնաթափում է Հայաստանի համահավաք գրացուցակից: Հայաստանի գրադարանները օգտագործում են Կոնգրեսի գրադարանի էլեկտրոնային քարտարանը՝ պահանջվող գրառումները բեռնաթափելու համար:

Գտնվելու վայր սյունակում նշված են հայաստանյան այն գրադարանները, որտեղ կան այդ գրքերը: Գրադարանի անվանումից հետո համարիչ/հայտարարի տեսքով ներկայացված թվերի նշանակությունն է՝ համարիչ՝ տվյալ գրադարանում այդ գրքի ընդհանուր քանակը, հայտարար՝ ընդհանուր քանակից քանիսն են սպասարկված:

2. Բազմալեզու հեղինակավոր ցանկերի և առարկայական խորագրերի ստեղծում:

Հեղինակավոր ցանկերը էլեկտրոնային քարտարանի բաղկացուցիչ մասն են և ապահովում են անունների և անվանումների (միևնույն հեղինակի, կազմակերպության, աշխարհագրական տեղանվան, թեմատիկ առարկայի և այլն) առավել բազմակողմ նկարագրությունը: Հրատարակված նյութերում միևնույն անուններն ու անվանումները կարող են հանդես գալ մի շարք տարբերակներով: Օրինակ՝ կազմակերպության անուն՝ Երևանի պետական համալսարան, ԵՊՀ, ЕГУ, Ереванский государственный университет, Երևանի համալսարան, Հայաստանի համալսարան, Հայաստանի պետական համալսարան, Երևանի ժողովրդական համալսարան, Yerevan State University և այլն: Տեղանուն՝ Լենինական, Ալեքսանդրապոլ, Գյումրի, Կոմայրի և այլն: Կամ, որոշ

հեղինակներ իրենց գրական գործունեության ընթացքում հրատարակում են աշխատանքներ մի քանի կեղծանուններով, բացի դրանից, հեղինակը կարող է հրատարակվել տարբեր լեզուներով՝ դրանով իսկ ունենալով իր անուն ազգանվան թարգմանված տարբերակները ևս: Հայերենի պարագայում բացառված է, որ նույն ազգանունը արևելահայերեն և արևմտահայերեն կգրվի տարբեր կերպ: Որպեսզի հնարավոր լինի մատենագիտական էլեկտրոնային քարտարանում ըստ հեղինակի (կամ ըստ կազմակերպությունների, թեմատիկ անվանումների, տեղանունների և այլն) որոնում կատարելիս քարտարանում առկա բոլոր գրառումները տեսնել, անհրաժեշտ է ձևավորել հեղինակավոր գրառումների շտեմարանը: Ընդամենը, տվյալ անվան համար հեղինակավոր գրառումների շտեմարանում որքան շատ տարբերություններ լինեն, այնքան ավելի բարձր կլինի մատենագիտական էլեկտրոնային քարտարանում որոնման արդյունավետությունը:

Առարկայական խորագրերի հիմնական գործառույթն է մատենագիտական էլեկտրոնային քարտարանում ապահովել թեմատիկ փնտրման արդյունավետություն: Եթե թղթային քարտարանի պարագայում ընթերցողների պահանջների բավարարման համար առկա են երկու տեսակի քարտարան՝ ըստ հեղինակի և ըստ թեմաների, ապա էլեկտրոնային քարտարանի պարագայում արդեն ունենք մեկ քարտարան՝ ինդեքսավորված ըստ տարբեր ցուցիչների: Այս դեպքում որպես հիմնականներ հանդես են գալիս հեղինակների, խորագրերի և վերնագրերի ցուցիչները: Հա-

յաստանի գրադարաններում խորագրերի ձևավորման ուղղությամբ համակարգված աշխատանքներ երբեք չեն տարվել: Հայաստանի Հանրապետության անկախությունից հետո, երբ Մոսկվայից դադարեց մատենագիտական քարտերի առաքումը, նյութի նկարագրման համար ազգային հենքի վրա ստեղծված խորագրերի անհրաժեշտություն զգացվեց: Այդ բացը առայսօր լուծված չէ, և մատենագիտական նկարագրություններում խիստ զգացվում է մասնագիտորեն պատրաստված խորագրերի պահանջը: Այս շտեմարանի ձևավորման ուղղությամբ աշխատանքները դեռևս սկսված չեն, նախատեսվում է առնվազն երկլեզու՝ հայերեն և անգլերեն խորագրերի ստեղծում:

3. «Բաց մատչելիության» սկզբունքի վրա հիմնված գիտական հաղորդակցության մոդելի ներդրում: Համաշխարհային սարդոստայնը գիտնականներին հնարավորություն է ընձեռել իրենց հետազոտությունների արդյունքները բոլորին ամենուրեք և մշտապես մատչելի դարձնել: Մինչ այժմ գոյություն ունեցող գիտական հաղորդակցության ամենատարածված մոդելը հոդվածների հրատարակումն է գրախոսվող գիտական ամսագրերում: Վերջին տարիներին միջազգային համբավ վայելող գիտական ամսագրերի բաժանորդագրության գների մշտապես աճման միտում կա, և հրատարակիչների կողմից հեղինակային իրավունքի նորմերը անընդհատ խստացվում են: Սա գրադարաններին ստիպում է

կրճատել բաժանորդագրվող ամսագրերի ցանկը, ինչպես նաև միավորվել կոնսորցիումների մեջ՝ պայքարելու հրատարակիչների կողմից թելադրվող բարձր գների դեմ [4]: Վերջին տասնամյակի ընթացքում, ի հակակշիռ կոմերցիոն հրատարակիչների գերշահույթ հետապնդող քաղաքականությանը, գիտական աշխարհում սկիզբ է առել «բաց մատչելիության» շարժումը:

Ի՞նչ է Բաց մատչելիությունը: Բաց մատչելիության գիտական գրականությունը գրախոսվող ամսագրային հոդվածների, կոն-

կությունից խուսափելու միջոց և ո՛չ էլ երկրորդ կարգի ցածրարժեք գիտական հրատարակություն: Այն պարզապես համացանցի օգնությամբ հետազոտական արդյունքները գիտական ողջ հանրությանը անվճար հասանելի դարձնելու միջոց է:

Բաց մատչելիության պահոցները կարող են լինել բազմաառարկայական տեղաբաշխված համալսարաններում կամ հետազոտական ինստիտուտներում, կամ կարող են լինել կենտրոնացված ըստ թեմատիկ ուղղվածության, ինչպիսին է arXiv-ը, որը վերաբերվում է ֆիզիկային և դրա հարակից բաժիններին: Այցելելով <http://www.doaj.org/doaj?func=home> կայքը՝ կարելի է ծանոթանալ ավելի քան 2700 գիտական ամսագրերի բովանդակությանը և անվճար կարգալ դրանցում հրատարակված ամսագրային հոդվածները: Ամենահեղինակավոր «Բաց մատչելիության»



ֆերանսի նյութերի տեխնիկական հաշվետվությունների, գիտական թեզերի և աշխատանքային փաստաթղթերի անվճար, առցանց (online) հրապարակումների ամբողջություն է: Մեծ մասամբ նման նյութերի օգտագործման համար հեղինակային իրավունքի արգելքներ չկան: Հետևապես, սրանք կարելի է ազատ օգտագործել հետազոտական աշխատանքներում, ուսուցման մեջ և կրթական հաստատություններում: Բաց մատչելիության բնույթի վերաբերյալ կան տարբեր թյուրըմբռումներ: Այն ո՛չ «ինքնագործ» հրատարակություն է, ո՛չ գրախոսությունը շրջանցելու կամ ընդունված կարգով հրատարա-

մսագրերի հրատարակիչներն են «BiomedCentral» 7-ը և «Public Library of Science» 8-ը:

Բաց մատչելիության ամսագրերի մեծ մասը կարևոր գիտական արժեք ունի և ինդեքսավորվում է Գիտական տեղեկատվության ինստիտուտի Web of Knowledge/ Web of Science ծառայության համար:

Ինչու՞ պետք է հեղինակները իրենց աշխատանքներին տան Բաց մատչելիության կարգավիճակ: Ներկայումս կուտակվում են փաստեր, որոնք ցույց են տալիս, որ ինքնաարխիվացված գիտական հոդվածները մեջբերվում են ավելի հաճախ, քան

7 <http://www.biomedcentral.com/>
8 <http://www.plos.org/>

նրանք, որոնք այդպիսին չեն: Հիմնական թեմատիկ բնագավառներում առկա է մեջբերումների առնվազն կրկնակի աճ: Որոշ թեմատիկ բնագավառների համար այս աճը ավելի զգալի է: Սա նշանակում է, որ հետազոտություններն ունեն շատ ավելի բարձր ազդեցություն, քան առաջ էր: Ավելին՝ հետազոտության շղթան, որի ընթացքում աշխատանքը հրատարակվում, կարդացվում, մեջբերվում և հետագա զարգացում է գտնում այլ գիտնականների կողմից, արժևորվում և արագանում է, երբ արդյունքները հասանելի են Բաց մատչելիության սկզբունքով: Հենց այս հանգամանքից էլ ելնելով՝ 2007 թվականի հուլիսի 8-ին Նոբելյան մրցանակի դափնեկիր 26 գիտնականներ բաց նամակով⁹ դիմել են ԱՄՆ Կոնգրեսին՝ առաջարկելով օրենսդրորեն հաստատել ԱՄՆ առողջապահության ազգային ինստիտուտի կողմից իրականացված հետազոտություններին տալ բաց մատչելիության կարգավիճակ: Ռուսաստանի գիտությունների ազգային ակադեմիայի Կենտրոնական տնտեսագիտամաթեմատիկական հետազոտությունների ինստիտուտը՝ Ռուսաստանում որպես առաջիններից մեկը, նույնպես միացել է այս շարժմանը¹⁰: Ուկրաինայի, Մերձբալթյան հանրապետությունների բազմաթիվ հետազոտական ինստիտուտներ և համալսարաններ մասնակցում և ակտիվորեն աջակցում են Բաց մատչելիության շարժմանը: Ներկայումս ՀՀ ԳԱԱ



հիմնարար գիտական գրադարանում նախապատրաստական աշխատանքներ են իրականացվում գիտական հաղորդակցության այս առաջավոր մոդելը ակադեմիական հանրությանը ներկայացնելու ուղղությամբ:

Հուսով ենք արդյունքների և ձեռքբերումների մասին ընթերցողներին ներկայացնել ամսագրի հաջորդ համարներում:

4. Հայաստան գրականության տիվ տեքստային թվային հավաքածուների ստեղծում:

Երկրում գիտելիքահենք հասարակության կառուցումը ենթադրում է հայալեզու բովանդակային շտեմարանների առկայություն: Նման շտեմարաններ նախագծելիս հարկ է խստագույնս հետևել Ստանդարտացման միջազգային կազմակերպության կողմից հաստատված և «թվային գրքերի» ստեղծման հետ առնչություն ունեցող ստանդարտներին: Նման մի փորձնական նախագիծ իրականացվում է ՀՀ ԳԱԱ հիմնարար գիտական գրադարանում՝ «ՀՀ ԳԱԱ գիտական ամսագրերում հրատարակված հոդվածների համառոտագրություններ» պայ-

մանական անվանումով¹¹: Նախատեսվում է «ՀՀ ԳԱԱ գիտնականների կենսամատենագիտություն» շարքի, մենագրությունների հրատարակում և այլն:

5. Հայաստանի գիտական հանրությանը հեղինակային իրավունքի նոր մոդելների ներկայացում:

Հեղինակային իրավունքի հարցերը թղթային հրատարակությունների համար հստակորեն մշակվել և հղկվել են տասնամյակների ընթացքում: Հրատարակիչների կողմից վճարվող իրավաբանների մի մեծ բանակ անընդհատ աշխատում է դրանց կատարելագործման ուղղությամբ: Որպես կանոն, սույն իրավական ակտերը մշակվում են բացառապես հրատարակիչների շահերը պաշտպանելու, նրանց լրացուցիչ շահույթ բերելու, հեղինակների և ընթերցողների իրավունքների հնարավորինս սահմանափակման ուղղությամբ: Ինտերնետի բուռն զարգացումը, և դրա հետևանք հանդիսացող «Բաց կողերով ծրագրաշարերը» [5], «Բաց մատչելիության» հրատարակչական մոդելները [6], ինչպես նաև գիտնականների, ծրագրային ապահովում թողարկողների, արվեստի աշխատողների աճող դժգոհությունը կոմերցիոն կառույցների կողմից իրականացվող ձնշումների հանդեպ, որոնց արդյունքում տուժում են հենց իրենք՝ մտավոր արժեք ստեղծող հեղինակները, բերեցին հեղինակային իրավունքի բոլորովին նոր մոդելների ձևավորմանը, որոնց Հայաստանի գիտական և ստեղծագործական հանրությունը ծանոթ է շատ

⁹ <http://www.taxpayeraccess.org/bof.html>
¹⁰ <http://www.cemi.rssi.ru/rus/>

աղոտ: Խոսքը General Public License (Համընդհանուր հանրային արտոնագիր) [7] և Creative Commons (Ստեղծագործական համայնքներ) [8] լիցենզավորման մեխանիզմների մասին է: Այն դեպքերում, երբ հեղինակները ցանկանում են իրենց մտքի արտադրանքը անվճար տրամադրել հանրությանը՝ ազատ օգտագործման և տարածման համար, երկու մոդելներն էլ լայն կիրառում ունեն: Հայաստանը, գտնվելով գիտելիքահենք հասարակության ձևավորման նախաշեմին, պետք է ծանոթ լինի այս երկու հեղափոխական նախաձեռնություններին, դրանք պետք է ներկայացվեն հանրությանը, և հետագայում որպես օրենսդրական նախագիծ՝ ներկայացվեն Ազգային ժողով: Սա թույլ կտա պաշտպանել հայ գիտնականների հեղինակային իրավունքները, եթե նրանք ցանկանում են հրատարակել իրենց աշխատանքները՝ ելնելով «Բաց մատչելիության» սկզբունքից կամ թողարկել ծրագրային ապահովում՝ համաձայն «Բաց կոդերով ծրագրաշարերի» պահանջների: Ունենալով իրավական պաշտպանվածություն՝ գիտնականի ներդրումը համաշխարհային գիտատեխնիկական զարգացմանը ավելի ակնառու և արդյունավետ կլինի:

Եզրափակում

Ինչպես տեսանք, Հայաստանի գրադարաններում արդեն կարողակի կուտակված փորձ, տեսական գիտելիք, գործնական հմտություններ և, որ ամենակարևորն է, համախմբված աշխատելու ցանկություն՝ լուծելու մի շատ կարևոր խնդիր՝ օժանդակելու հանրապետության անցմանը դեպի գիտելիքահենք հասարակություն: Զարգացած

երկրների համեմատությամբ՝ մեր գրադարաններում թվայնացման աշխատանքներն ունեն դեռևս կարճ պատմություն [9], և հաջորդ մի քանի տարին կլինեն բազմազբաղ, լի քննարկումներով, փորձարկումներով և, որ ամենաէականն է, թվային գրադարանը բնորոշող նոր ենթահամակարգերի շահագործմամբ: Այս աշխատանքները կնպաստեն գիտաշխատողների հետազոտությունների արդյունավետության բարձրացմանը, կօժանդակեն կրթական համակարգին՝ ինտեգրվելու եվրոպական կրթական տարածք, կաջակցեն գրադարանավարների մասնագիտական հմտությունների բարձրացմանը:

Գրականություն

1. Զարգարյան Տ. Թվային գրադարաններ / Խմբ. Ֆ. Խաչատրյան, Հ. Հայրապետյան, Եր., 2002, էջ 168:
2. The Atlantic Monthly; July 1945; As We May Think; by Vannevar Bush, Volume 176, No. 1; 101-108
<http://www.theatlantic.com/unbound/flashbks/computer/bushf.htm>
(կայքը դիտվել է 2007 թ. օգոստոսի 8-ին):
3. Հայաստանի գրադարանների համահավաք գրացուցակի ինտերնետ կայքի հասցեն է <http://www.armunicat.am:8991/ARMA>
(կայքը դիտվել է 2007 թ. օգոստոսի 8-ին):
4. Allen Barbara McFadden, and Arnold Hirshon, "Hanging Together to Avoid hanging Separately: Opportunities for Academic Libraries and Consortia. (Special Issue: Library Consortia)." Information Technology and Libraries, 1998 17(1), pp. 36-44:
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Open_Source_Software (կայքը դիտվել է 2007 թ. օգոստոսի 8-ին):
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Open_access (կայքը դիտվել է 2007 թ. օգոստոսի 8-ին):
7. <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html> (կայքը դիտվել է 2007 թ. օգոստոսի 8-ին):
8. <http://creativecommons.org/> (կայքը դիտվել է 2007 թ. օգոստոսի 8-ին):
9. Tigran Zargaryan "Armenian Libraries on the Threshold of a Digital Era: Fifteen Years of library Automation in Armenia". International Cataloguing and Bibliographic Control, Vol. 36, No. 1, January/ March 2007, pp. 8-12:

ՇԱՆԸ ՄՊԱՆԱԾ ԱՍՈՒՊԻ ՆԵՐՍՈՒՄ ԿՅԱՆՔ ԿԱՐ

Սկիզբը՝ էջ 29

Նախալա ասուպը իր բաղադրությամբ շատ նման է մարսյան քարերին և հավանաբար պոկվել է Կարմիր մոլորակի զանգվածից 600-700 հազ. տարի առաջ, երբ դրան է բախվել ինչ-որ երկրային մարմին:

Ընդհանուր առմամբ, երկրի վրա հայտնաբերվել է նման ծագման 34 քար, որոնցից «նախլիտների» խմբին են պատկանում ընդամենը երեքը: Նախալա ասուպի ներսում հայտնաբերվել են դենդրիտներ՝ ածխածնի ծառանման միկրոկառուցվածքներ, որոնք առաջանում են օրգանական նյութի տրոհման հետևանքով: Երկրի վրա այդպիսի դենդրիտներ են թողնում օվկիանոսի հատակին ապրած մանրէները: Բացի այդ, ասուպն առանձնանում է աղերի մեծ պարունակությամբ, իսկ աղերը երկրի օրինակով կարող են լուծված լինել Մարսի օվկիանոսում: Այդ ենթադրության օգտին է խոսում այն, որ ասուպի կառուցվածքը հիշեցնում է երկրային այն հանքաքարերին, որոնք հայտնաբերվել են ստորգետնյա հրաբուխների մոտակայքում:

ՆԱՍԱ-ի նոր ուսունասիրությանը նվիրված հոդվածը հրապարակվել է New Scientist-ի՝ աշխարհի ամենահեղինակավոր գիտական հանդեսներից մեկի վերջին համարում՝ Թերահավատները հանդիմանում են ՆԱՍԱ-ին՝ ասելով, որ ածխածնի հետքերը կարող են լինել երկրի վրա երկար ժամանակ գտնվելու հետևանքով: Ամերիկացիները, որոնց պաշտպանում են Անգլիայի Բաց համալսարանի գիտնականները, վստահեցնում են, որ նոր նմուշները հանվել են ասուպի խորքից, որը հուսալիորեն պաշտպանված է եղել երկրի ապականումից և պահպանել է մարսյան էությունը:



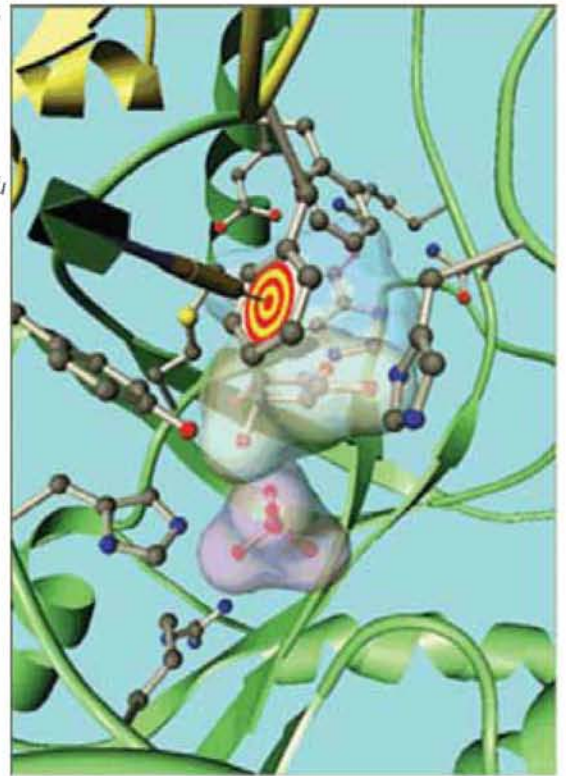
ԱՐԱՄ ԱՎԱԿՅԱՆ

Երևանի Մ. Հերացու անվ. պետական բժշկական համալսարանի դեղագիտական քիմիայի ամբիոնի դոցենտ, դեղերի, բժշկական տեխնոլոգիաների փորձագիտական կենտրոնի դեղագրքային (ֆարմակոպեական) հանձնաժողովի նախագահ Գիտական հետաքրքրությունների ոլորտը՝ ՄՄՌ մեթոդով թույլ կողմնորոշված մոլեկուլների կառուցվածքի պարզաբանման և կենսաբանական ակտիվության բացահայտման հիմնախնդիրների լուծում



ԱՐԱՄ ԱՎԱԿՅԱՆ

Երևանի Մ. Հերացու անվ. պետական բժշկական համալսարանի դեղագիտական ֆակուլտետի ուսանող, ՀՀ ԳԱԱ մոլեկուլի կառուցվածքի ուսումնասիրման կենտրոնի ՄՄՌ լաբորատորիայի լաբորանտ Գիտական հետաքրքրությունների ոլորտը՝ ՄՄՌ մեթոդով թույլ կողմնորոշված մոլեկուլների կառուցվածքի պարզաբանման և կենսաբանական ակտիվության բացահայտման հիմնախնդիրների լուծում



ԴԵՂԵՐԻ ԴԻՉԱՅՆԻ ՍԿՂԲՈՒՆՔՆԵՐԸ

ՊԻՏՈՒԹՅԱՆ ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ №1, 2008

Հաշվարկային մեթոդների և քվանտային քիմիայի, ինչպես նաև համակարգչային ռեսուրսների արագընթաց զարգացումները XX դարի վերջում չէին կարող չանդրադառնալ նաև դեղերի հայտնագործման մեթոդների վրա, որոնք կառուցվածք-ակտիվություն կապի բացահայտման էմպիրիկ մակարդակից անցան սկզբունքորեն նոր հարթություն: Եթե մինչ այդ

կառուցվածք հասկացությունը ներառում էր նյութի միայն երկչափ տեղեկությունը (կառուցվածքային բանաձևը), ապա այժմ դեղերի հայտնագործման տրամաբանությունն ընդգրկում է նրա եռաչափ 3D (3-Dimensional) կառուցվածքը և էլեկտրոնային հատկությունների բաշխումը տարածության մեջ: Եթե նախկինում դեղերի հայտնագործումը գլխավորապես պատահա-

կանություն էր և բազմաթիվ ու բազմազան օրգանական մոլեկուլների էմպիրիկ սկրինինգի արդյունք, ապա այժմ այն նպատակաուղղված գործընթաց է և ցանկալի դեղաբանական արդյունք ստանալու համար նախքան սինթեզը և կենսաբանական փորձարկումը տեսականորեն կանխատեսում է մոլեկուլի անհրաժեշտ կառուցվածքը:

Դեղերի ազդեցության մոլեկուլային հիմքերը

Պարզաբանելով դեղ-թիրախ փոխազդեցության մոլեկուլային սկզբունքները՝ նոր դեղերի ստեղծման հիմնախնդրի լուծումը պետք է սկսել, ինչպես նշվել է վերևում, ոչ թե տարաբնույթ կառուցվածքով օրգանական մոլեկուլների սինթեզից և փորձարկումից, այլ տեսականորեն կանխատեսել ցանկալի ազդեցությանը համապատասխան կառուցվածքներ և նոր միայն իրականացնել այդ կառուցվածքների նպատակադրված սինթեզն ու փորձարկումը: Այս սկզբունքն է ընկած դեղերի ռացիոնալ դիզայնի հիմքում (Rational Drug Design):

Այսպիսով՝ օրգանական միացության (հնարավոր դեղի) կենսաբանական ազդեցության համար անհրաժեշտ է չորս հիմնական պայման.

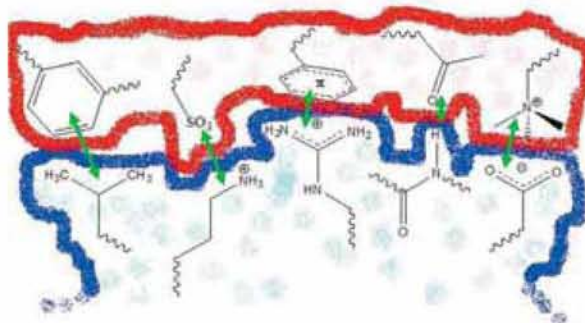
1. Ի տարբերություն այն դեղանյութերի, որոնց ազդեցությունը պայմանավորված է պարզ քիմիական ռեակցիաներով (օրինակ՝ հակաթթվային $NaHCO_3$, $CaCO_3$) կամ որոշակի ֆիզիկաքիմիական հատկություններով (օրինակ՝ աղիներում առաջացրած օսմոտիկ ճնշումը $MgSO_4$ -ի համար), ցանկացած դեղանյութ իր ազդեցությունն իրականացնում է՝ փոխազդելով կենսամակրոմոլեկուլային թիրախի հետ: Վերջինիս դերում կարող են հանդես գալ բջջի թաղանթում տեղակայված ռեցեպտորային սպիտակուցները կամ իոնային անցուղիները, ցիտոպլազմայում դրեյֆոդ ֆերմենտները, կորիզում պարփակված ԴԼԹ-ի կարգավորիչ (ռեգուլատոր) հատված-



Նկ. 1. Դեղերի կամ լիգանդների կապումը թիրախ կենսամակրոմոլեկուլին

ները (նկ. 1):

Նշված փոխազդեցությունը տեղի է ունենում մակրոմոլեկուլի խիստ որոշակի կապող «գրպանիկներում» (binding site) և պայմանավորված է հիմնականում ոչ կովալենտային ուժերով (հիդրոֆորային փոխազդեցություններ, էլեկտրաստատիկ ուժեր, իոնական և ջրածնային կապեր, π -կատիոնային և π -անիոնային փոխազդեցություններ և այլն) (նկ. 2): Այս փաստով է պայմանավորված դեղերի ազդեցության տևականությունը և դարձելիությունը: Կապակցումն իրականացնում է շնորհիվ դեղանյութի և սպիտակուցի կապող հատվածի եռաչափ կառուցվածքների, ինչպես նաև մակերևույթներին հատկությունների բաշխման խիստ կոմպլեքստարության: Այլ կերպ ասած, դեղային մոլեկուլը պետք է համընկնի իր թիրախին այնպես, ինչպես բանալին՝ կողպեքին: Որպես ասվածի իրական

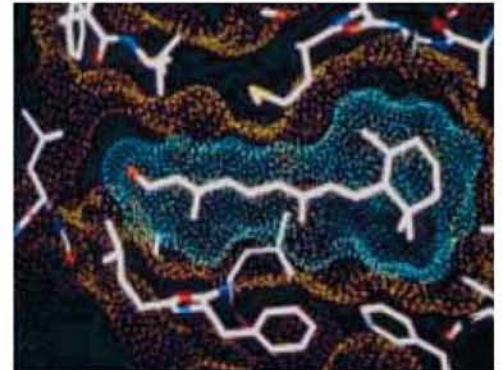


Նկ. 2. Ռեցեպտոր-լիգանդ կապումը պայմանավորող հիմնական փոխազդեցությունները

նանում է շնորհիվ դեղանյութի և սպիտակուցի կապող հատվածի եռաչափ կառուցվածքների, ինչպես նաև մակերևույթներին հատկությունների բաշխման խիստ կոմպլեքստարության: Այլ կերպ ասած, դեղային մոլեկուլը պետք է համընկնի իր թիրախին այնպես, ինչպես բանալին՝ կողպեքին: Որպես ասվածի իրական

օրինակ նկ. 3-ում պատկերված է ռետինոլի մոլեկուլը (վիտամին A) ռետինոլ կապող սպիտակուցի (RBP-Retinol Binding Protein) կապող գրպանիկում:

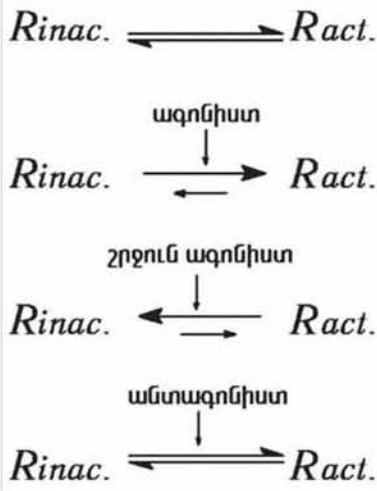
Որքան ամուր լինի կապը,



Նկ. 3. Ռետինոլի (վիտամին A) մոլեկուլը RBP (Retinol Binding Protein) ռետինոլ կապող սպիտակուցի ակտիվ կենտրոնում

այնքան դեղ-թիրախ համակարգի հավասարակշռությունը ավելի շեղված կլինի դեպի կոմպլեքսի առաջացում և այնքան ակտիվ կլինի դեղը: Այսինքն՝ նույն քանակով թիրախ-մոլեկուլների հետ միանալու համար կպահանջվի առավել քիչ կոնցենտրացիայով դեղանյութ:

2. Դեղանյութը, կապվելով մակրոմոլեկուլին, պետք է նրանում խթանի տարածական կառուցվածքի որոշակի ձևափոխումներ, ինչն էլ կպայմանավորի թիրախ մակրոմոլեկուլի ֆունկցիոնալ վերափոխությունը: Կախված նրանից, թե ինչպիսի կոնֆորմացիոն փոփոխություններ կառաջացնի դեղային մոլեկուլը թիրախում, այն կարող է լինել ազոնիստ, շրջուն (inverse) ազոնիստ կամ անտազոնիստ: Եթե կենսամոլեկուլը պատկերացնենք որպես հավասարակշռություն իր ակտիվ (Ract.) և ոչ ակտիվ (Rinact) կոնֆորմացիաների միջև (նկ. 4),



Նկ. 4.

ապա ազոնիստ դեղանյութը, կապվելով թիրախին, շեղում է հավասարակշռությունը դեպի ակտիվ կոնֆորմացիա՝ թողնելով խթանիչ ազդեցություն: Ինվերս (շրջուն) ազոնիստը հավասարակշռությունը շեղում է դեպի ինակտիվ կոնֆորմացիա՝ դրսևորելով արգելակիչ ազդեցություն: Անտազոնիստ միացությունը, կապվելով թիրախ կենսամակրոմոլեկուլի ակտիվ տեղամասում, հավասարակշռության տեղաշարժի չի բերում, սակայն խցանում է թիրախի կապող գրպանիկը՝ խոչընդոտելով դրա վրա սեփական ֆիզիոլոգիական կարգավորիչների (լիգանդների) ազդեցությունը:

3. Դեղի կապակցումը թիրախի հետ պետք է լինի բավականաչափ ընտրողական (սելեկտիվ), որպեսզի բացառվեն դեղի կողմնակի, չնախատեսված ազդեցությունները: Սակայն բացարձակ ընտրողականությունը չի նշանակում կողմնակի ազդեցությունների իսպառ բացակայություն, քանզի անցանկալի որոշ երևույթներ արդյունք են դեղի, հենց տվյալ թիրախի հետ փոխազդման:

4. Դեղային մոլեկուլի իդեալական, ամուր և սելեկտիվ միացումն իր թիրախի հետ ոչինչ չի

տա, եթե դեղանյութը չհայտնվի ձիշտ տեղամասում, համապատասխան կոնցենտրացիայով: Հետևաբար դեղը պետք է օժտված լինի նաև դրա տեղափոխությունը դեպի թիրախ և այնտեղից բարենպաստ արագությամբ արտաքսումն ապահովող հատկություններով: Դեղանյութը պետք է լինի բավականաչափ հիդրոֆոբ, որ կարողանա անցնել կենսաթաղանթներով, բայց ոչ այնքան շատ, որ մնա գերված նրանցում: Ի դեպ, վերջին երևույթը բնորոշ է ընդհանուր անզգայնացման դեղամիջոցներին (եթեր, ֆտորոտան և այլն), որոնք մխրձվում են նյարդային բջիջների մեմբրանների մեջ և չկարողանալով այնտեղից դուրս գալ՝ արգելափակում են նյարդային գրգռափոխանցումը: Այն թեկնածուն, որն ունի համեստ ազդեցություն տվյալ ֆերմենտի վրա, բայց լավ փոխադրիչ հատկություններ, առավել գերադասելի է, քան գերազանց ազդեցությամբ, բայց չափից քիչ կամ ավել հիդրոֆոբությամբ օժտված մոլեկուլը:

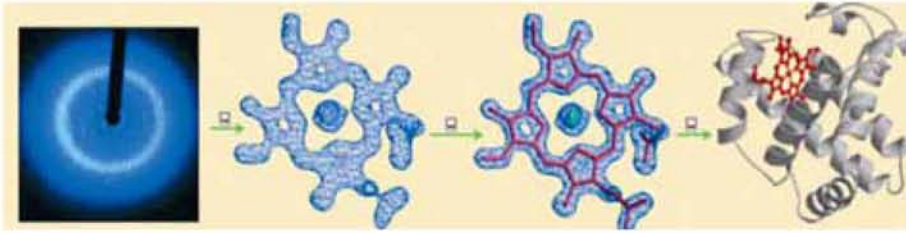
Մարդու օրգանիզմում առկա սպիտակուցների միայն չնչին մասի և կառուցվածքն է գործառույթն հայտնի գիտությանը, և դրանցից ընդամենը մի քանի տոկոսն է օգտագործվում որպես թիրախ՝ ստեղծվող դեղերի համար: Ուստի մնացած ահռելի քանակությամբ սպիտակուցները կարող են պոտենցիալ թիրախներ հանդիսանալ նոր դեղերի համար: Այս ենթատեքստում ներկայումս մեծ է դեղերի դիզայնի դերը՝ զուգակցված կենսաֆիզիկայի, գենային ինժեներիայի, կենսաինֆորմատիկայի նվաճումների և օրգանական սինթեզի մեթոդների հետ: Ընդ որում, դեղերի դիզայնն անհրա-

ժեշտ է ոչ միայն նոր դեղերի ստեղծման, այլև եղածների կատարելագործման համար:

Մոլեկուլների տարածական կառուցվածքի որոշման մեթոդներն ու նշանակությունը

Վերոնշյալ փաստարկներից հասկանալի է դառնում կենսաակտիվ մոլեկուլների տարածական, եռաչափ կառուցվածքների իմացության կարևորությունը: Դեղերի դիզայնի համատեքստում հետաքրքրական է երկու տիպի տարածակառուցվածքային տեղեկություն: Դրանք առաջին հերթին պոտենցիալ թիրախ հանդիսացող կենսամակրոմոլեկուլների և դրանց վրա ազդող փոքր մոլեկուլների կառուցվածքներն են: Այդ տվյալների վերլուծությունը կատարվում է էմպիրիկ և քվանտաքիմիական եղանակներով, ինչի մասին անգնահատելի տեղեկություններ են տալիս դեղագիտական քիմիան, կենսաֆիզիկան և մոլեկուլային կենսաբանությունը: Իհարկե, իդեալական դեպքը և՛ թիրախ մակրոմոլեկուլի, և՛ դիտարկվող կենսաակտիվ մոլեկուլի կառուցվածքների միաժամանակյա իմացությունն է, բայց չպետք է մոռանալ որ դրանցից նույնիսկ մեկի իմացությունը կարող է հանգեցնել կարևոր եզրակացությունների:

Ներկայումս մոլեկուլների տարածական կառուցվածքի բացահայտմանն են ուղղված երկու հզոր փորձական եղանակներ՝ ռենտգենակառուցվածքային վերլուծությունը (ՌԿՎ, X-ray diffraction) և միջուկամագնիսական ռեզոնանսը (ՄՄՌ, NMR): Չնայած կենսաբանական գիտությունների համար որոշ սահմանափակումների առկայությանը՝ մոլեկուլային կառուցվածքի

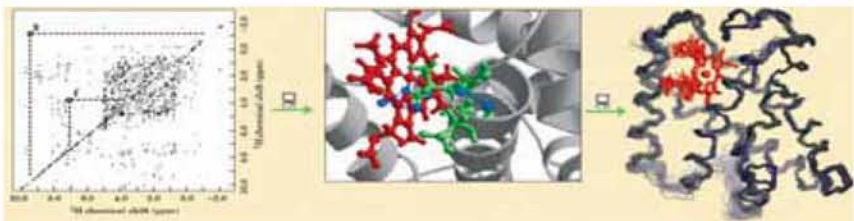


Նկ. 5. ՌԿԿ-ի միջոցով մոլեկուլային կառուցքի որոշման փուլերը՝ դիֆրակցիոն պատկերից սկսած

բացահայտման հիմնական մեթոդը շարունակում է մնալ ռենտգենակառուցվածքային վերլուծությունը (նկ. 5): Այս եղանակով տվյալներ ստանալու համար դիտարկվող նյութն անհրաժեշտ է բյուրեղացնել կամ գոնե ստանալ մանրաբյուրեղային փոշի, ինչով էլ պայմանավորված է մեթոդի կիրառման անհնարինությունը թաղանթային և թույլ կարգավորվածությամբ օժտված սպիտակուցների դեպքում, քանզի դրանց հնարավոր չէ բյուրեղացնել կամ այդ անել առանց մոլեկուլային լուրջ փոփոխությունների: Հաշվի առնելով այն, որ շատ դեղանյութերի համար թիրախ են հանդիսանում հենց թաղանթային սպիտակուցները, ուստի հատկապես փոքր է մեթոդի տեղեկատվությունը դեղերի դիզայնի բնագավառում: Հաջորդ թերությունը կապված է պինդ ֆազում (բյուրեղում) մոլեկուլային կառուցվածքի որոշման հետ: Խնդիրն այն է, որ բյուրեղում մոլեկուլները գտնվում են միմյանց հետ սերտ շփման մեջ և բյուրեղական ուժերի ազդեցությամբ կարող են ենթարկվել «դեֆորմացիաների»: Ասվածն այնքան էլ տեղին չէ կենսամակրոմոլեկուլների համար, քանզի դրանք բյուրեղանում են հիմնականում մեծ քանակությամբ ջրի հետ՝ պահպանելով իրենց միկրոշրջապատը, բայց փոքր մոլեկուլների դեպքում, ինչպիսիք են ֆիզիոլոգիական

լիզանդներն ու դեղանյութերը, ազդեցությունը կարող է նշանակալի լինել:

Միջուկամագնիսական ռեզոնանսում (ՄՄՌ) մոլեկուլների տարածական կառուցվածքը որոշվում է Օվերհաուզերի միջուկային էֆեկտի (Nuclear Overhauser Effect – NOE) միջոցով՝ NOESY սպեկտրասկոպիայով: Այն հնարավորություն է ընձեռում որոշել մակրոմոլեկուլների տարածական կառուցվածքը լուծույթում, այսինքն՝ հեղուկ ֆազում (նկ. 6): Այս բնագավառում կատարված աշխատանքների համար 2002 թ. Կուրտ Վյուտրիխին շնորհվեց Նոբելյան մրցանակ: NOESY-ն՝ որպես այդ նպատակ-



Նկ. 6. 2D-NOESY սպեկտրագիրը և նրանից մոլեկուլային կառուցվածքի որոշման փուլերը ՄՄՌ սպեկտրոսկոպիայով

ներով ՄՄՌ-ի կիրառման մետաբոլիտ մեթոդ, ևս զուրկ չէ թերություններից: Դրանով որոշված յուրաքանչյուր կառուցվածքային պարամետր որակական բնույթի է, և մոլեկուլի կառուցվածքի միանշանակ որոշումը հաջողվում է միայն հազարավոր նման պարամետրերի չափման հնարավորության դեպքում: Ուստի մեթոդը կարելի է կիրառել միայն բավականաչափ մեծ մոլեկուլների

համար, ինչպիսիք են սպիտակուցները և պոլիուկլեոտիդները, որոնց դեպքում միայն կիաջողվի չափել տվյալների նման քանակություն:

ՄՄՌ-ին է պատկանում մեկ այլ, դեռևս զարգացման փուլում գտնվող մեթոդ, որը հիմնված է ՄՄՌ-ակտիվ միջուկների դիսպլային փոխազդեցությունների հաստատունների որոշման վրա: Այդ հաստատունները չափելի դարձնելու համար անհրաժեշտ է լուծույթում դիտարկվող մոլեկուլները մասամբ կողմնորոշել, ինչը կարելի է իրականացնել, օրինակ, հեղուկ-բյուրեղային լուծիչների կիրառմամբ: Քանի որ այս եղանակով կատարված առանձին չափումների ձշտությունը բավական մեծ է, այն կստեղծի առավել նպաստավոր պայմաններ սպիտակուցային ֆոլդինգի (*foldings*-պարուրում, ոլորում) և լիզանդ-ռեցեպտոր

փոխազդեցության դինամիկայի փորձնական ուսումնասիրության համար, ուստի և կարող է դառնալ դեղերի դիզայնի համար լավագույն եղանակը:

Վերոհիշյալ բոլոր եղանակներով ստացված կառուցվածքային տեղեկատվությունը պահվում է հատուկ տեղեկատվական շտեմարաններում, որոնք հասանելի են ինտերնետով: Սպիտակուցների որոշված կառուցվածքները պահվում են սպիտակուցների տվյալների շտեմարանում (Protein Data Bank – PDB), նուկլեինաթթուների

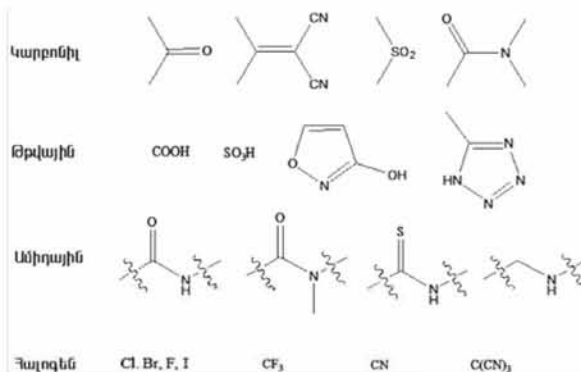
կառուցվածքները՝ նուկլեինաթթուների տվյալների բազայում (Nucleic Acid Database – NDB), իսկ փոքր մոլեկուլներինը՝ Քեմբրիջի բյուրեղագիտական տվյալների կենտրոնում (Cambridge Crystallographic Data Center – CCDC): 2005 թ. տվյալներով՝ որոշված է 31535 մակրոմոլեկուլային կառուցվածք, որը առկա սպիտակուցների ընդամենը չնչին մասն է: Դրանցից 16,9 %-ը որոշվել է ՄՄՌ-ի միջոցով, գերակշռող 80,2 %-ը՝ ՌԿՎ-ով և մնացած չնչին բաժինը՝ ոչ ավանդական եղանակներով (նեյտրոնների, էլեկտրոնների դիֆրակցիա, կրիոէլեկտրոնային միկրոսկոպիա և այլն):

**Դեղերի դիզայնի
ռազմավարությունը և
միջոցները**

Դեղերի դիզայնում կարելի է տարանջատել երկու՝ սկզբունքորեն տարբեր, ռազմավարություն: Առաջինն այն դեպքն է, երբ հայտնի է թիրախի տարածական կառուցվածքը, երկրորդ դեպքում թիրախը և դրա կառուցվածքը անհայտ են: Հաջորդիվ բերված են ժամանակակից դեղերի դիզայնում կիրառվող միջոցների նկարագրությունները:

Ֆարմակոֆորի մոդելավորում:

Ցանկացած կենսաակտիվ մոլեկուլ իրականացնում է իր գործառույթը շնորհիվ որոշակի խմբերի: Վերջիններս հիմնականում մոլեկուլի այն քիմիական ենթամիավորներն են, որոնց միջոցով տեղի է ունենում մոլեկուլի միացումն իր թիրախին: Այդ խմբերն անվանվում են ֆարմակոֆոր (դեղակիր) կամ կենսաիզոստերիկ խմբեր:



Նկ. 7. Տարածված որոշ ֆարմակոֆոր խմբեր

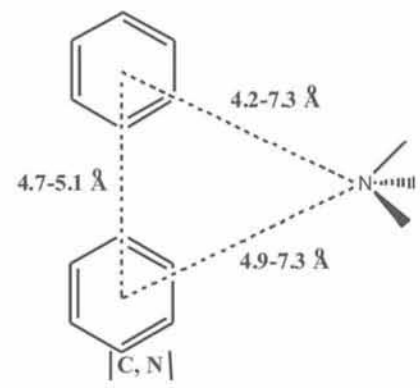
Տարածված ֆարմակոֆոր խմբեր բերված են նկ. 7-ում: Տվյալ կենսածին թիրախի վրա ազդեցության համար մոլեկուլում միայն ֆարմակոֆոր խմբերի առկայությունը բավարար չէ: Անհրաժեշտ է նաև նրանց միջև խիստ որոշակի տարածական դասավորվածություն: Ֆարմակոֆոր խմբերն իրենց յուրահատուկ փոխդասավորվածությամբ կազմում են մոլեկուլի եռաչափ ֆարմակոֆորը: Հիմնականում միևնույն թիրախի վրա ազդող տարաբնույթ մոլեկուլները նկարագրվում են միևնույն ֆարմակոֆորով: Վերջինս կարող է արտահայտվել ֆարմակոֆոր խմբերի և դրանց միջև կազմված անկյունների, հեռավորությունների և հեռավորության միջակայքերի տեսքով: Օրինակ՝ հակահիստամինային դեղերի ֆարմակաֆոր մոդել են նկ. 8-ում ներկայացված երկու արոմատիկ օղակները և երրորդային ազոտի ատոմը:

Այսինքն՝ եթե ինչ-որ միացություն բավարարում է վերոնշյալ մոդելին, ապա կա հավանականություն, որ այն օժտված կլինի հակահիստամինային ակտիվությամբ:

Ֆարմակաֆորի մոդելավորումը հատկապես անհրաժեշտ է այն դեպքերում, երբ հայտնի չէ թիրախ մակրոմոլեկուլի տարա-

ծական կառուցվածքը: Ենթադրենք սկրինինգի միջոցով գտնվել են որոշակի միանման կենսաբանական ակտիվությամբ օժտված չորս մոլեկուլներ, սակայն դրանց ազդեցության մեխանիզմը և թիրախի կառուցվածքը հայտնի չէ: Այս դեպքում մոլեկուլային մեխանիկայի կամ քվանտային քիմիայի միջոցով կարելի է հաշվարկել այդ չորս մոլեկուլների համար բոլոր հնարավոր կայուն կոնֆորմացիաները: Հաջորդ փուլում ընտրվում են միմյանց առավել շատ նման կոնֆորմերները և պարզվում դրանց ընդհանրությունները: Այժմ արդեն կարելի է այդ մոլեկուլների համար կառուցել ֆարմակաֆոր մոդել և հետագա սինթեզներն իրականացնել համապատասխան այդ մոդելի:

Մոլեկուլային դոկինգ: Մոլեկուլային դոկինգը (docking - միակցում) կիրառելի է այն դեպքում, երբ հայտնի է թիրախ սպիտակուցի կամ գոնե դրա կապող գրպանիկի ճշգրիտ կառուցվածքը: Դրա միջոցով կարելի է վերարտադրել մոլեկուլի կապումն իր թիրախ ուեցեպտորին և ստանալ այդ կապվածության



Նկ. 8. Հակահիստամինային դեղերի ֆարմակոֆոր եռաչափ մոդելը

քանակական բնութագիրը՝ կիրառելով համապատասխան գնահատման ֆունկցիաներ (scoring functions): Վերջիններս հիմնականում այս կամ այն մոտավորությամբ գնահատում են միկրոմոլեկուլի և թիրախի կապման ազատ էներգիան՝ ΔG_{bind} : Լմանատիպամբողջական ֆունկցիան պետք է ունենա հետևյալ բաղադրիչները՝

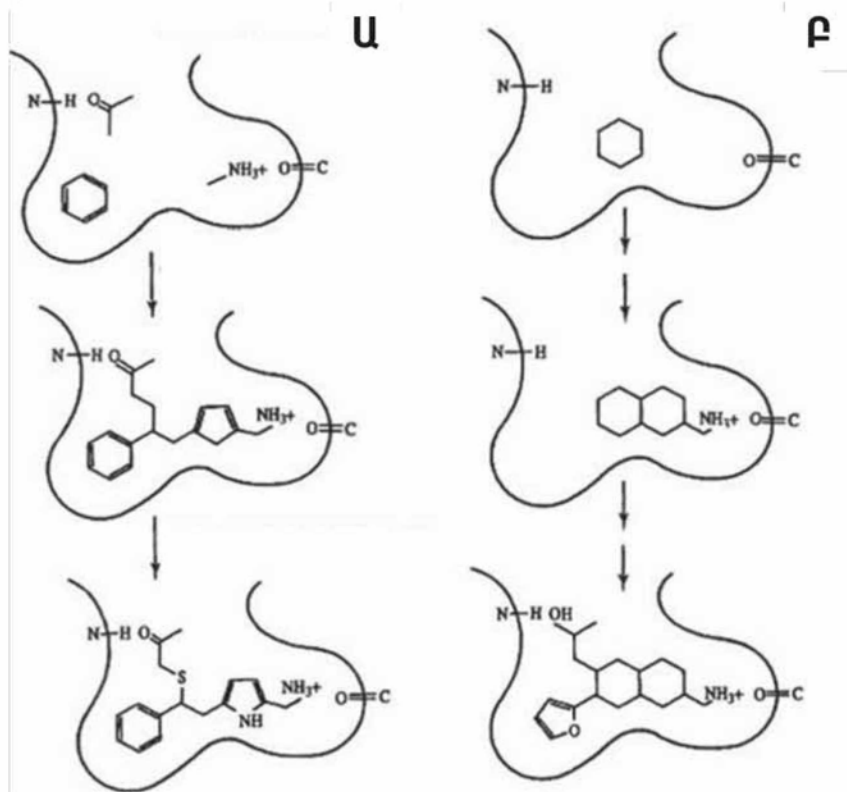
$$\Delta G_{bind} = \Delta G_{solvent} + \Delta G_{conf} + \Delta G_{int} + \Delta G_{rot} + \Delta G_{vr} + \Delta G_{vib}$$

որտեղ՝ $\Delta G_{solvent}$ -ը լիզանդի, սպիտակուցի և առաջացած կոմպլեքսի հետ լուծիչի փոխազդեցության էներգիայի հաշվեկշիռից ծագող ներդրումն է:

ΔG_{conf} -ը առաջանում է լիզանդի սպիտակուցին կապվելու ընթացքում կոնֆորմացիոն փոփոխություններից: Վերջինս իր հերթին կարելի է տարանջատել $\Delta G_{conf,ligand}$ և $\Delta G_{conf,protein}$ բաղադրիչների: Շատ դեպքերում սպիտակուցի կոնֆորմացիոն փոփոխությունը միացման ընթացքում կարելի է անտեսել՝ ընդունելով կոշտ սպիտակուց - ձկուն լիզանդ մոդելը: Ուստի այդ դեպքում $\Delta G_{conf} = \Delta G_{conf,ligand}$:

ΔG_{int} -ը սպիտակուց - լիզանդ առանձնահատուկ փոխազդեցություններով պայմանավորված ազատ էներգիան է: ΔG_{rot} -ը ազատ էներգիայի կորուստն է՝ կապված լիզանդի ներքին պտույտների դժվարեցման հետ: ΔG_{vr} -ը երկու մարմինների ասոցման հետևանքով տրանսլյացիոն և պտտական ազատ էներգիայի կորուստն է: ΔG_{vib} -ը տատանողական վիճակների փոփոխության պատճառով առաջացած ազատ էներգիան է: Վերջինս բավականին դժվար է հաշվարկել, ուստի այն հիմնականում անտեսվում է:

Այսպիսով՝ մոլեկուլային դո-



Նկ. 9. Լիզանդների de novo դիզայնի a) արտաքինից-ներքին և b) ներքինից-արտաքին մոտեցումները

կինգի միջոցով կարելի է տեսականորեն փորձարկել հարյուր հազարավոր մոլեկուլներ տվյալ թիրախի վրա, ընտրել դրանցից ամենաակտիվները՝ առաջնորդվելով գնահատման ֆունկցիաների արդյունքներով, և նոր միայն սկսել դրանց սինթեզն ու փորձարկումները՝ նվազեցնելով ծախսերը:

Լիզանդների de novo դիզայն:

Եթե հայտնի է մակրոմոլեկուլային թիրախի ամբողջական կամ միայն կապող տեղամասի կառուցվածքը, ապա կարելի է de novo (առանց նախնական պարամետրերի տրամադրման) կանխագուշակել այդ տեղամասի հետ արդյունավետորեն կապվող միացություն՝ ելնելով միայն թիրախի կառուցվածքից: Այլ կերպ ասած, եթե դոկինգի ընթացքում կողպեքի համար գտնվում է ձիշտ բանալին՝ փորձելով հազարավոր տարբեր բանալիներ, ապա de novo դիզայնի դեպքում այդ

կողպեքի մեջ ձուլվում է համապատասխան բանալին:

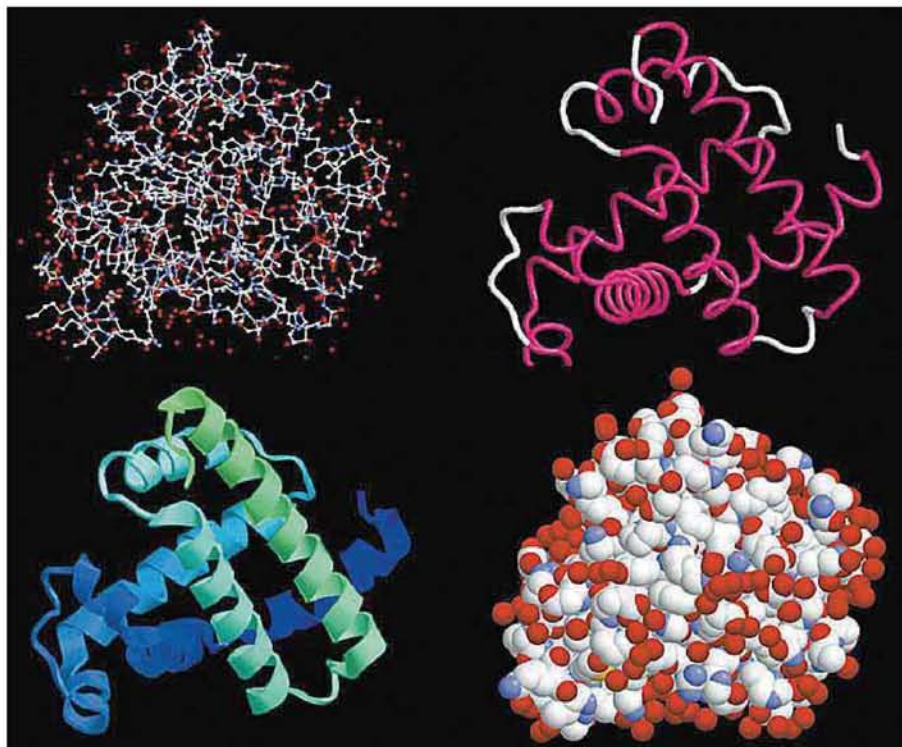
Առանձնացվում են de novo ալգորիթմների 2 հիմնական տիպեր: Առաջին դասի մեթոդները կոչվում են «արտաքինից-ներքին»: Այս դեպքում նախ և առաջ վերլուծվում է սպիտակուցի կապող տեղամասի ներքին մակերևույթը, որոշվում են այն հատվածները, որտեղ կարող են ամուր կապվել յուրահատուկ ֆունկցիոնալ խմբեր (բացահայտվում է պոտենցիալ դեղի արտաքին կառուցվածքը): Ստացված ֆունկցիոնալ խմբերն այնուհետև կապվում են միմյանց հետ, դրանց փոխդասավորվածությունը պահպանող կմախքով: Հաջորդ փուլում այդ կմախքը փոխարինվում է իրական, սինթեզի համար հասանելի կառուցվածքով (նկ. 9.ա.):

Մյուս՝ «ներքինից-արտաքին» տիպի մոտեցման դեպքում լիզանդը «աձեցվում» է հենց

կապող գրպանիկում՝ համապատասխան գնահատող ֆունկցիաների ղեկավարությամբ (նկ. 9.բ.): Լիգանդների de novo դիզայնի առավելությունն այն է, որ այս դեպքում դեղի որոնումը չի սահմանափակվում միայն նախապես տրված կառուցվածքներով, ինչպես դոկինգի դեպքում էր: De novo դիզայնի արդյունք կարող է դառնալ ամբողջովին նոր և գուցե դեռ չպատկերացված կառուցվածք:

QSAR վերլուծություն: QSAR-ը անգլերեն բառակապակցության՝ quantitative structure-activity relationship հապավումն է և նշանակում է քանակական կառուցվածք-ակտիվություն փոխհարաբերություն:

QSAR վերլուծությունը թույլ է տալիս գտնել մաթեմատիկական կապ մոլեկուլի քանակական, թվային հատկությունների և կենսաբանական ակտիվության միջև: Եթե մինչև այժմ նկարագրված մեթոդները վերաբերում էին մոլեկուլների ցուցաբերած in vitro ակտիվությանը (ակտիվությունն անմիջապես թիրախի վրա), ապա QSAR վերլուծության մեջ կարելի է ներմուծել պարամետրեր, որոնք արդեն հաշվի կառնեն նաև կենսամատչելիությունը: Վերջինս անչափ կարևոր է, քանի որ տվյալ ֆերմենտի ուժեղագույն ինհիբիտորը շատ քիչ կիրառություն կունենա, եթե այն ընդունելուց հետո չի հասնում ֆերմենտին: QSAR ուսումնասիրությունը կարող է օգնել հասկանալու, թե մոլեկուլի որ յուրահատկություններն են բարձրացնում դրա գուժարային ակտիվությունը, ինչով կարելի է առաջնորդվել ուժեղացված հատկություններով մոդիֆիկացված մոլեկուլներ առաջարկելու և սինթեզելու ընթացքում:



QSAR-ի մաթեմատիկական ընդհանուր արտահայտությունը հետևյալն է՝

$$A = f(p),$$

որտեղ A -ն փորձարկվող մոլեկուլի ցուցաբերած ակտիվությունն է տվյալ կենսաբանական թիրախի վրա, p -ն նրա կառուցվածքից ածանցված ինչ-որ հատկության քանակական բնութագիրը, իսկ f -ը՝ դրանց փոխհարաբերակցությունը նկարագրող ֆունկցիան: p -ն իր հերթին կարող է ունենալ բազմաթիվ բաղադրիչներ: Օրինակ՝ այն կարող է ներառել մոլեկուլի հիդրոֆոբությունը, դրա ինչ-որ տեղամասում էլեկտրոնային խտությունը, դրական լիցքի բաշխումը և այլն:

Պետք է նկատի ունենալ, որ ստացված արտահայտությունը հատուկ է միայն որոշակի դասի միացություններին և վերաբերում է դրանց ակտիվությանը միայն որոշակի թիրախի նկատմամբ (ինչի համար որ հաշվարկվել է): Այսպիսով՝ ունենալով տվյալ թիրախի վրա ազդող և հայտնի

կենսաակտիվություն ցուցաբերող մոլեկուլների խումբ և հաշվարկելով դրանց զանազան մոլեկուլային հատկությունները՝ կարելի է այդ տվյալները ենթարկել մաթեմատիկական մշակման, և եթե արդյունքում հաջողվի ստանալ համապատասխան QSAR կապ, ապա նկատելիորեն կհեշտանա դիտարկված թիրախի համար նոր դեղի հայտնագործման ընթացքը: Հասկանալի է, որ այս բոլորի համար թիրախ մակրոմոլեկուլի եռաչափ կառուցվածքի իմացությունը պարտադիր չէ:

Շարադրված մեթոդները դեղերի դիզայնի ալգորիթմային շտեմարանի միայն չնչին մասն են (այսբերգի գագաթը), ուստի հաշվի առնելով այդ մեթոդների նման շեշտակի մուտքը դեղագիտական քիմիա՝ դեղերի դիզայնը շարունակելու է մնալ այս գիտության հիմնական շարժիչ ուժը՝ տալով ֆիզիկական իմաստ (սիրտ և հոգի) առաջին հայացքից պատահական թվացող պայմանավորվածություններին:

ՄԵՆԱՑՅԻՈՆ ԳՅՈՒՏ ԱՆՏԱՐԿՏԻԴԱՅՈՒՄ *

Վերջերս ավարտված անտարկտիկական գիտարշավի ընթացքում տարբեր երկրների գիտնականներից կազմված խումբը հայտնաբերել է նախկինում գիտությանն անհայտ կենդանիների ավելի քան 30 նոր տեսակ:

Գիտարշավը անցել է Ուենդելի ծովում՝ գրեթե 10.000 կմ² մակերես ունեցող ծովի հատակին, որը բացվել է սառցե շելֆի անջատումից հետո: Գիտնականների կողմից հայտնաբերված կենդանիներից են երփներանգ

... ՖՁՊ ...



նով,- գրում է Live Science-ը: Ավելի քան 100 մ հաստությամբ սառցե շելֆը հազարավոր տարիների ընթացքում ծովի հատակի մի մեծ հատված մեկուսացրել է մակերեսից, և դարձել է այդ շրջանում բավականաչափ փոքր քանակի սննդի, հետևապես ոչ հարուստ



ծովահրեշը և մարջանի ու ծովախեցգետնի տարբեր տեսակները: Բացի այդ, հայտնաբերվել են ծովային շուշաններ, ծովավարունգներ և ծովառզնիներ, որոնք սովորաբար բնակվում են շատ ավելի մեծ խորության վրա:

- Գիտնականները կարծում են, որ շելֆի այդպիսի զանգվածեղ կտորի անջատվելը տեղի է ունեցել գլոբալ տաքացման հետևանքով առաջացած ջերմաստիճանի արագ աճի պատճառով:

կենդանական աշխարհի պատճառ: Սակայն 2005 թ. դրա անջատվելու պահից նկատվում է նոր տարածքների բավական արագ բնակեցումը ծովային սովորական կենդանիներով, որոնք մինչ այդ չէին ապրել այդտեղ:

Այժմ շելֆում տեղի ունեցող նոր էկոհամակարգի ծնունդը կարող է ցույց տալ գոյություն ունեցող էկոհամակարգերը գլոբալ տաքացման դեպքում կկարողանան տեղափոխվել դեպի նոր տարածքներ:

* <http://zadonbass.org/foreign/message.html?id=50649>

ԿԱԴՈՒՅՏ ԼՈՒՅՍԸ

ՕԳՆՈՒՄ Է ԱՐԹՈՒՆ ՄԱՍԸ *

Սթիվեն Լոկլին՝ Բոստոնի կանանց հոսպիտալի աշխատակիցը, և նրա համահեղինակների խումբը մի շարք այլ կազմակերպություններից բացահայտել են, որ կապույտ լույսը օգնում է հաղթահարել քնելու ցանկությունը գիշերվա ընթացքում, եթե մարդը ստիպված է արթուն մնալ և պահպանել սևեռուն ուշադրությունը:

16 կամավորների օգնությամբ կատարված հետազոտությունը ցույց է տվել, որ կապույտ լույսը արթնացնում էր նրանց՝ ցրելով քնկոտությունը և օգնելով գործունյամնալ գիշերային ժամերին՝ ի հակակշիռ այն իրավիճակի, երբ այդպիսի լույս չկար:

Աշխատության հեղինակների կարծիքով՝ կապույտ լույսը կարող է օգնել այն դեպքերում, երբ մարդը ստիպված է աշխատել գիշերը կամ մեքենա վարել: Սակայն վերջնական կարծիք հայտնելու համար անհրաժեշտ է ավելի մեծ թվով փորձերի դիմել: Բացի այդ, բժիշկները նախազգուշացնում են, որ կապույտ լույսի մեծ չափաբաժինը կարող է վնասել աչքերը:



Նոր հայտնագործությունը զուգակցվում է այլ հետազոտությունների, որոնք բացահայտում են տեսողության կապը քնի և արթնության շրջափուլերի և կենսաբանական ժամացույցի ընթացքի հետ:

* <http://www.membrana.ru/lenta/?5595>



ԽԱՉԱՏՈՒՐ ՆԱՀԱԴԵՏՅԱԼ

ՀՀ ԳԱԱ Լ. Ա. Օրբելու անվ. ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտի գիտաշխատող, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր



ՌԱՖԻԿ ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱԼ

ՀՀ ԳԱԱ Լ. Ա. Օրբելու անվ. ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտի գիտաշխատող, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր հեռախոս՝ 27-04-41

ԹՈՂՈՒՆՆԵՐԻ ԱՉՔԻ ՑԱՆՑԱԹԱՂԱՆԹՈՒՄ «ՍԱՆՐԻ՛Կ»

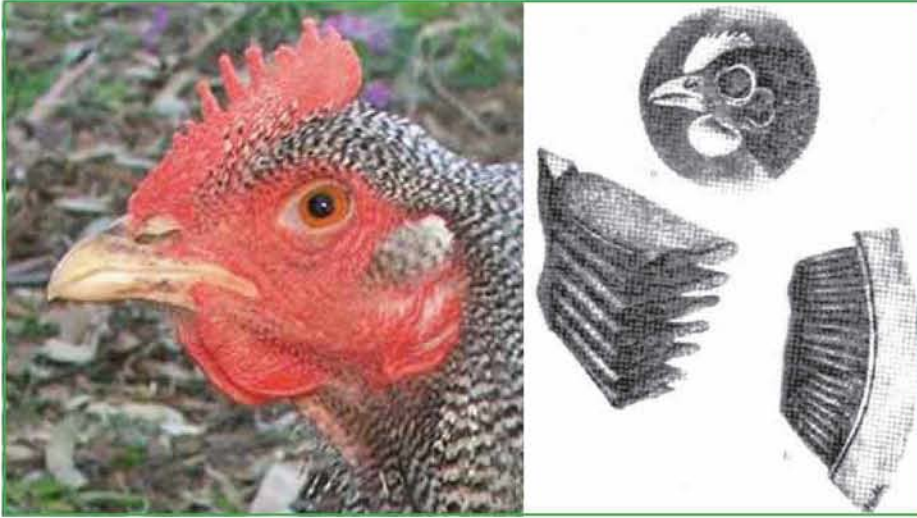
(Նրա դերն ու նշանակությունը)

Թռչունների աչքը, մասնավորապես նրա լուսազգայուն մասը՝ ցանցաթաղանթը, իր ձևաբանաֆունկցիոնալ կազմակերպման կատարելությամբ, ինչպես նաև ֆունկցիաների կարգավորման զարգացմամբ էապես տարբերվում է այլ կենդանիների տեսողական անալիզատորի (վերլուծիչի) ծայրամասային ապարատից՝ աչքից: Թռչունների տեսողական ապարատը, իր ֆունկցիան կատարելով թռիչքի պայմաններում, փոխազդելով անդաստակային համակարգի հետ, միաժամանակ գիշեր թե ցերեկ մասնակցում է դրանց աստրոնոմիական ունակության իրագործման ու կողմնորոշման գործընթացներում: Թռչունների տեսողության որոշ առանձնահատկություններ



էապես տարբերվում են այլ կենդանիների տեսողական համակարգի բնութագրերից. նրանց տեսողական համակարգի ֆունկցիաներն ընկած են լայն տիրույթում՝ մեծ արագությամբ թռիչքի

ընթացքում պատկերների զանազանման բարձր ունակություն, գիշերային ու մթնաշաղային տեսողություն, իսկ կառուցվածքային տեսանկյունից առանձնապես կարևորվում է



Հավի աչքը և «սանրիկի» կտրվածքները

նրանց ցանցաթաղանթում տեղակայված, այսպես կոչված, «սանրիկի» (pecten) առկայությունը, և այս բոլորը միասին մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում թռչունների տեսողության բիոնիկական ասպեկտների ուսումնասիրման բնագավառում: Այս առումով բազմաթիվ փորձեր են կատարվել պատկերների ճանաչման ինքնակարգավորվող համակարգերի ստեղծման բնագավառում՝ աղավնու աչքի մոդելավորումով: Անդրադառնալով «սանրիկի» դերի ու նշանակության հարցերին՝ հարկ է նշել, որ այն յուրահատուկ, խիստ անոթավորված և պիգմենտավորված (գունավորված), լույսի ազդեցությունից և ուղղությունից կախված չափերն էապես փոփոխվող, ծալքավոր, երբեմն էլ հարթվող կառույց է՝ տեղադրված թռչունի աչքի հետին կեսի վերևի բաժնում, որի դիրքի կայունությունն ապահովվում է աչքում առկա ապակենման մարմնի օգնությամբ: «Սանրիկը», ինչպես արդեն նշվեց, հիմնականում կազմված է արյունատար անոթներից, իսկ հենքը՝ տեսանյարդից ծագող նյարդագլխալ ցանցից և իր առավել փոքր

չափերով առկա է գիշերային տեսողությամբ օժտված թռչունների (բու), իսկ առավելագույն մեծությամբ՝ ցերեկային տեսողությամբ գիշատիչ թռչունների (արծիվ, բազե) մոտ: «Սանրիկի» չափսերը տարբեր թռչունների մոտ խիստ փոփոխական են. բարձրությունը տատանվում է 2-18 մմ, լայնությունը՝ 11-23 մմ-ի սահմաններում: «Սանրիկի» դերին ու նշանակությանն առընչվող հարցերն առ այսօր ամբողջապես պարզաբանված չեն: Ձևաբանական հետազոտությունները վկայում են, որ փոքր

մարմնազանգվածով գիշատիչ թռչունների, ինչպիսիք են ծովային ծիծեռնակը, սև կեռնեխը և այլն, որոնք կերը բռնում են ինչպես ճանկերով, այնպես էլ կտուցով, «սանրիկն» ամենաշատ ծալքերն ունի: Բացահայտված է նաև, որ ցածր թռչողների կամ չթռչողների «սանրիկը» զարգացած չէ, մինչդեռ գիշատիչներինը, որոնց ակնագունդը երկար է, լավ զարգացած է և պարունակում է մեծ թվով ծալքեր: Սա պայմանավորված է նրանով, որ արագ թռչողների թռիչքի ժամանակ մթնոլորտային ճնշման հաղթահարման հետևանքով ակնագունդը էվոլյուցիայի ընթացքում երկարել է: Այստեղից կարելի է եզրահանգել, որ «սանրիկը», մեղմացնելով օդի ճնշման ազդեցությունն ակնագնդի վրա, նպաստում է թռչունների ներակնային ճնշման կայունացմանը:

Ձևաբանական հետազոտություններով պարզվել է, որ «սանրիկը» նաև զգացողության օրգան է, որում հայտնաբերվել են ընկալիչներ, պիգմենտի (գունանյութի) հատիկներ, զարկերակա-



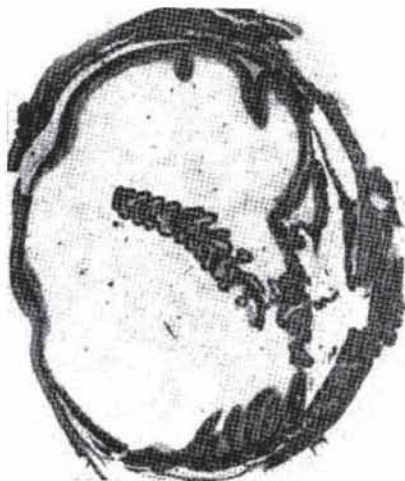
«Սանրիկը» արագիլի աչքի ընդլայնական կտրվածքում

մազանոթային ցանցավորություններ: Հարկ է նշել, որ ինչպես «սանրիկի» ձևաբանական կառուցվածքը, այնպես էլ գունանյութի քանակը պայմանավորված են թռչունների էկոլոգավարքագծային առանձնահատկություններով: Օրինակ՝ խորը սուզվող ջրաբնակ թռչուններից գագարի ցանցաթաղանթի «սանրիկը» զուրկ է սև մոխրագույն գունանյութից, իսկ բադերի ու սագերի «սանրիկում» այն առկա է ավելի քիչ քանակով, քան գիշատիչ թռչունների: Եթե արագիլի, աղավնու «սանրիկը» ձևավորված է փուխր շարակցական հյուսվածքից, ունի արյան



ընկալում է սպեկտրի կանաչ գույնը, քան կարմիրը: Այս երևույթը հնարավոր է բացատրել «սանրիկում» արյունացման ուժեղացումով:

Այժմ ապացուցված է, որ «սանրիկը» ընկալում է նաև երկրի մագնիսական դաշտի ազդեցությունը, ինչը էական դեր ունի չուի ժամանակ թռչունների կողմնորոշման գործընթացում: Ըստ գոյություն ունեցող հիպոթեզի՝ հայտնի է, որ թռչունի մարմնում կան տարբեր ուղղությամբ ընթացող էլեկտրական հոսանքներ, որոնք կարծես թե ստեղծում են մագնիսական դաշտ, ինչն էլ թռչունին ստիպում է թռչել երկրի մագնիսական դաշտի ուժագծերի ուղղությամբ: Սպիտակ արագիլների և փոստային աղավնիների վրա կատարված փորձերում նրանց մարմնին ամրացվել են



«Սանրիկը» փասիանի աչքի ընդլայնական կտրվածքում

հարուստ ցանցավորություն և գտնվում է ոսպնյակին մոտ, ու նրանում նյարդային տարրեր չեն հայտնաբերվել, ապա փասիանի ու թութակի «սանրիկում» հայտնաբերվել են նաև նյարդային տարրեր: Միկրոսպեկտրաֆոտոմետրիկ փորձերով ապացուցված է՝ «սանրիկը» նաև կենսաբանական յուրահատուկ լուսազտիչ է՝ օժտված լույսի տարբեր երկարության ալիքների և գունային ձառագայթների ընտրողաբար ընկալմամբ: Օրինակ՝ աղավնու «սանրիկը» ավելի շատ

ուժեղ մագնիսական դաշտ հարուցող մագնիսական թիթեղներ, և պարզվել է, որ անգամ եթե այդ դաշտի լարվածության արժեքներն ավելի բարձր են, քան երկրինը, այնուամենայնիվ թռչունները պահպանում են թռիչքի կողմնորոշման ուղղությունը: Սակայն այս փորձերից չի կարելի եզրակացնել, որ մագնիսական դաշտի փոփոխությունները չեն ազդում թռչունների կողմնորոշման վրա, քանի որ նրանք ունեն նաև կրկնակի կողմնորոշման օժանդակ մեխանիզմներ, որոնցից են արևակողմնացուցային կողմնորոշումը, աստղանավիգացիան և այլն:

1964 թ. Բառնոտի կողմից առաջարկվեց մեկ այլ հիպոթեզ, ըստ որի՝ թռչունների մարմինը դիտվում է որպես կիսահաղորդիչ և պտտվում է երկրի մագնիսական դաշտում ինչպես հորիզոնական, այնպես էլ ուղղահայաց ուղղություններով՝ ղեկավարվելով «սանրիկի» ֆունկցիոնալ առանձնահատկություններով: Ըստ որոշ տվյալների՝ սանրիկը ոչ միայն կարգավորում է երկրի մագնիսական դաշտում թռչունների կողմնորոշման ռեակցիաները, այլև կենսաբանական լուսազտիչ է՝ ցանցաթաղանթի վրա ընկնող



Բուի աչքի «սանրիկի» պատկերը

Ճառագայթներ կուրացնող և քայքայիչ ազդեցությունը մեղմացնող: Ապացուցված է, որ եթե արևի ճառագայթները հայելու օգնությամբ ուղղել աղավնու աչքին ներքևից, այսինքն՝ գրկել «սանրիկի» պաշտպանիչ ազդեցությունից, ապա թռչունը, խիստ անհանգստանալով, կկորցնի կողմնորոշումը՝ ձգտելով գլուխն այնպես թեքել, որ խուսափի աչքի վրա արևային լույսի ճառագայթների անմիջական ազդեցությունից: Ապացուցված է նաև, որ «սանրիկն» ունի լուսազգայուն հատկություն. այն ընդունակ է դեպի տեսանյարդ հաղորդել տեղեկատվություն՝ լուսային ռեժիմի և ճառագայթման մասին:

«Սանրիկի» ֆիզիոլոգիական առանձնահատկությունները պայմանավորված են նրանում առկա արյունատար համակարգի ձևաբանական կառուցվածքի առանձնահատկություններով: Ապացուցված է, որ «սանրիկում» գոյություն ունի արյան մազանոթային երկու տիպի ցանցավորություն: Դրանցից մեկը տեղակայված է «սանրիկի» հիմքում, որի դերը մինչև օրս պարզա-



բանված է, իսկ մյուսը՝ նրա վերնամասում և ընդունակ է ընկալել մագնիսական դաշտի ներգործությունն ու պատասխանել անոթաշարժային ռեակցիաներով՝ մազանոթների տրամագծի փոփոխություններով՝ լայնացմամբ կամ նեղացմամբ: Ըստ որոշ տվյալների (Ն.Պ.Կրակով)՝ թռչքի ժամանակ թռչունների գլխի դիրքը, թռչքի բարձրությունը և այլփոփոխություններ «սանրիկի» արյան անոթներում հարուցում են լրացուցիչ էլեկտրական դաշտ, որի հզորությունը պայմանավորված է նրանց արյան մեջ եղած հեպարինի խտու-

թյամբ, որը շնորհիվ իր յուրահատուկ քիմիական կառուցվածքի խթանում է կենտրոնական նյարդային համակարգի գործունեությունը:

Ընդհանրացնելով շարադրվածը՝ կարելի է հաստատել, որ թռչունների աչքի ցանցաթաղանթում առկա «սանրիկը», լինելով կենսաբանական վերակառուցվող լուսազտիչ ու մագնիսաչափ, ձևաբանական բազմաֆունկցիոնալ կառույց է, ինչի դերը անսահման մեծ է թռչունների տեսողության և աստղանավիգացիայի գործընթացներում:



»...! ՄԱՍՆ ՄԱՐԷՄԸ...ՆՈՒՄՑՈՒՄ Զ"
 ՉԱՓԻՉ "ԶԶ Ն...ԱՍ



ԱՐՇԱԿ ՇԱՂԳԱՄՅԱՆ

Հայաստանի պետական ծարտարագիտական համալսարանի «Չափիչ տեխնիկա և ստանդարտացում ու սերտիֆիկացում» ամբիոնի վարիչ, տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, պրոֆեսոր Գիտական հետաքրքրությունների ոլորտը՝ տեղեկատվական-չափողական տեխնիկա և տեխնոլոգիաներ, թվանշանային չափիչ սարքեր ու համակարգեր, չափագիտություն
 E-mail: sharshak@seua.am



գիտությունների և տեխնիկական գիտությունների ամսագիր №1. 2008

Զերմաստիճանը տեխնոլոգիական գործընթացների կարևորագույն պարամետրերից մեկն է, և արդյունաբերության մեջ կատարվող չափումների մեծ մասը ջերմաստիճանային չափումներն են: Ջերմաստիճանի արժեքը՝ որպես ջերմային վիճակը բնութագրող պարամետր, պայմանավորված է տվյալ մարմնի մոլեկուլների շարժման կինետիկ էներգիայով, և այն չափելու համար օգտվում են ջերմաչափվող մարմնի որոշակի ֆիզիկական հատկությունից, որը հեշտ է ընկալել և կարող է չափվել համեմատաբար բարձր ճշգրտությամբ: Այդպիսի հատկու-

թյան ընտրությունը հեշտ, սակայն միանշանակ չէ. այն պետք է կախված լինի միայն ջերմաստիճանից, իսկ այլ ազդեցությունները պետք է բացակայեն կամ լինեն աննշան: Ջերմաստիճանի արժեքը որոշելու համար անհրաժեշտ է ընդունել *ջերմաստիճանային սանդղակ* ընտրելով չափման միավորը: Ջերմաստիճանային սանդղակներից լայն տարածում է ստացել *Ցելսիուսի* հարյուրաստիճանային սանդղակը, որի հենանշային կետերն են *սառույցի հալման* (0 °C) և *ջրի եռման* (100 °C) կետերը:

Չափերի ու կշիռների գլխավոր

համաժողովը հաստատել է Միջազգային ջերմաստիճանային սանդղակ (ՄՋՍ-90) մի քանի հենանշային կետերով, որոնց արժեքները որոշվել են բարձր ճշգրտությամբ: Միավորների միջազգային համակարգում ջերմաստիճանի միավոր է ընդունված *կելվինը* (Կ), որը որոշվում է որպես ջրի եռակի վիճակի կետի ջերմադինամիկ ջերմաստիճանի 1/273,15 մասը: Թույլատրվում է նաև *Ցելսիուսի* աստիճանի (°C) կիրառումը: *Ցելսիուսի* աստիճանը հավասար է կելվինին, ջերմաստիճանների տարբերությունը կելվինով կամ *Ցելսիուսի*

աստիճանով արտահայտվում է միևնույն թվային արժեքով: ՄՋՍ-ով չափված ջերմաստիճանը սովորաբար նշվում է t տառով և արտահայտվում է $^{\circ}\text{C}$ -ով, իսկ ջերմադինամիկ ջերմաստիճանը՝ T տառով և արտահայտվում է կելվինով: Դրանց միջև կա հետևյալ կախումը՝

$$T = t + 273,15,$$

$$t = T - 273,15:$$

Արտասահմանյան որոշ երկրներում որպես ջերմաստիճանի չափման միավոր դեռևս կիրառվում են Ֆարենհայտի ($^{\circ}\text{F}$), Ռանկինի ($^{\circ}\text{Ra}$) և Ռեոմյուրի ($^{\circ}\text{R}$) աստիճանները: Ջերմաստիճանի չափման նշված միավորների միջև կա հետևյալ առնչությունը՝

$$1^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{R} = 1,8^{\circ}\text{F} = 1,8^{\circ}\text{Ra} = 0,8^{\circ}\text{R}:$$

Տարբեր միավորներով արտահայտված ջերմաստիճանի թվային արժեքների (N) միջև կա հետևյալ կախումը՝

$$N(^{\circ}\text{C}) = N(^{\circ}\text{R}) - 273,15 = 5[N(^{\circ}\text{F}) - 32] / 9 = 5N(^{\circ}\text{Ra}) / 9 - 273,15 = 1,25N(^{\circ}\text{R}):$$

Ներկայումս ջրի եռման կետը վերաստեղծվում է $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$, սառույցի հալման կետը՝ $\pm 0,001^{\circ}\text{C}$, իսկ ջրի եռակի վիճակի կետը՝ $\pm 0,0001^{\circ}\text{C}$ սահմանային սխալով:

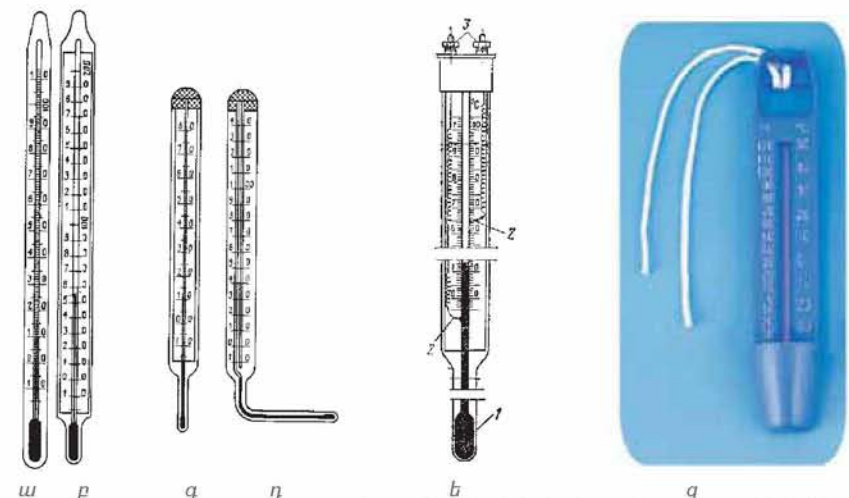
ՀԵՂՈՒԿԱՅԻՆ ԱՊԱԿՅԱ ՋԵՐՄԱՉԱՓԵՐ

Հեղուկային ապակյա ջերմաչափերն օգտագործվում են -200 -ից մինչև $+750^{\circ}\text{C}$ տիրույթում չափումների համար: Դրանք լայն տարածում են ստացել շնորհիվ պարզության, էժանության և բավական բարձր ձգքրտության: Սրանց գործողությունը հիմնված

է ջերմաչափական հեղուկի ջերմային ընդարձակման վրա: Մոդիկային ջերմաչափերը նախատեսված են -35 -ից մինչև $+600^{\circ}\text{C}$, իսկ օրգանական հեղուկով ջերմաչափերը՝ -185 -ից մինչև $+300^{\circ}\text{C}$ տիրույթում չափումներ կատարելու համար: Կախված կառուցվածքից՝ ջերմաչափերը լինում են ներդրված սանդղակով, ձողաձև և բաց սանդղակով: *Ներդրված սանդղակով* ջերմաչափը բաղկացած է բարակ մազախողովակից, որը ներքևի ծայրում զոդված է գլանաձև պահեստարանի հետ: Սանդղակը և մազախողովակը դրված են ապակե պաշտպանիչ պատյանի մեջ, որը նույնպես զոդված է սնդիկի պահեստարանի հետ (սկ. 1բ,գ,դ): *Բաց սանդղակով* ջերմաչափերում պահեստարանով մազախողովակը և սանդղակն ամրացվում են փայտե կամ պլաստմասսայից հիմքի վրա: *Ձողաձև* ջերմաչափն ունի 6-8 մմ արտաքին տրամագծով մազախողովակ, որի ծայրում սնդիկի պահեստարանն է: Ջերմաչափի սանդղակը գծանշված է խողովակի արտաքին մակերևույթի վրա (սկ. 1ա): Օգտագործման և աստիճանավորման մեթոդից կախված՝ հեղուկային ջերմաչա-

փերը լինում են լրիվ ընկղմման և ոչ լրիվ ընկղմման: Լրիվ ընկղմման ջերմաչափերն ընկղմվում են չափման միջավայրում մինչև չափող արժեքին համապատասխան բաժանքը: Հետևաբար չափվող ջերմաստիճանի աճի դեպքում պետք է մեծացնել ընկղմման խորությունը: Եթե լրիվ ընկղմման ջերմաչափը հնարավոր չէ լրիվ ընկղմել չափվող միջավայրի մեջ, ապա կառաջանա լրացուցիչ սխալ: Սխալը որոշելու և ցուցմունքի մեջ ձգքրտում մտցնելու համար անհրաժեշտ է լրացուցիչ ձողաձև ջերմաչափով չափել ջերմաչափի չընկղմված հատվածի սնդիկի սյան միջին ջերմաստիճանը և ուղղում մտցնել [1]:

Ոչ լրիվ ընկղմման ջերմաչափերի վրա կա նշագիծ, մինչև որը պետք է ընկղմվի ջերմաչափը չափման միջավայրում: Այդ ջերմաչափերի համար սովորաբար տրվում է ջերմաչափի ընկղմված մասի անվանական t_m ջերմաստիճանը, որի դեպքում կատարվել է աստիճանավորումը: Ապակյա ջերմաչափերի սխալը նորմավորվում է ըստ բացարձակ սխալի արժեքի: Ապակյա ջերմաչափերը լինում են *լաբորատոր* և *տեխնիկական*: Լաբոր-



Սկ. 1. Հեղուկային ջերմաչափերի կառուցվածքները

րատոր ջերմաչափերն (նկ. 1ա, բ, գ) ունեն համեմատաբար բարձր ձգգրտություն: Չափման ժամանակ դրանք պետք է ընկղմվեն չափվող միջավայրի մեջ մինչև նշագիծը: Նշագծի բացակայության դեպքում ջերմաչափը պետք է ընկղմվի մինչև ընկալվող ցուցմունքը: Բժշկական ջերմաչափերի պահեստարանի և մազախողովակի միջև անցումը նեղացված է, ինչի շնորհիվ չափվում է մարմնի ջերմաստիճանի առավելագույն արժեքը, իսկ չափումն ավարտելուց հետո ցուցմունքը երկար ժամանակ մնում է անփոփոխ (հիշվում է): Ապակյա ջերմաչափերում զրոյական կետը ժամանակի ընթացքում կարող է շեղվել, ինչը պայմանավորված է ապակու հատկություններով: Զրոյական կետի ստուգման համար ջերմաչափը տաքացվում է մինչև սանդղակի սահմանային արժեքը և դանդաղ սառեցվում: Եթե զրոյական կետի դիրքը փոխվում է և գտնվում է թույլատրելի սահմաններում, ապա ջերմաչափի վկայականում նշված բոլոր կետերի ուղղումներին պետք է հանրահաշվորեն ավելացնել զրոյական կետի շեղման արժեքը:

Տեխնիկական ջերմաչափերը (նկ. 1գ, դ, ե) պատրաստվում են միայն ներդրված սանդղակով և նախատեսված են ոչ լրիվ ընկղմման համար: Տեխնիկական ջերմաչափերից են նաև էլեկտրահապակային ջերմաչափերը, որոնք նախատեսված են ջերմաստիճանի սահմանային արժեքի ազդանշանման և պարզագույն դիրքային օրենքով ջերմաստիճանի կարգավորման համար: Այս ջերմաչափերն ունեն անշարժ (մեկ կամ երկու) և մեկ շարժական հպակ (նկ. 1ե): Շարժական հպակը տեղաշարժվում է մազա-

խողովակի մեջ մագնիսական հարմարանքի օգնությամբ: Հպակների էլեկտրական միացումն ու անջատումը կատարվում է սնդիկի միջոցով: Մագնիսական հարմարանքի միջոցով շարժական հպակը դրվում է ջերմաստիճանի հսկվող արժեքի գծանշի վրա: Երբ չափվող ջերմաստիճանը հավասարվում է հսկվող արժեքին, տեղի է ունենում հպակների էլեկտրական միացում, որոնց միջոցով միացվում են միջանկյալ ռելեներ:

**ՊԻՆԴ ՄԱՐՄԻ
ԸՆԴԱՐՁԱԿՈՒՄՈՎ ԵՎ
ՃՆՇԱՉԱՓԱՅԻՆ ՋԵՐՄԱՉԱՓԵՐ**

Պինդ մարմնի ջերմային ընդարձակման երևույթի վրա հիմնված ջերմաչափերից է երկմետաղական ջերմաչափը, որի ջերմազգայուն տարրը գծային ընդարձակման ջերմային գործակից ունեցող մետաղների և համահավաճքների (պղինձ, ինվար) թիթեղներից կազմված (որոնք միմյանց զոդված են ամբողջ երկարությամբ) պարուրակ է: Սովորաբար ներքին թիթեղն ունի ավելի մեծ ընդարձակման գործակից և ջերմաստիճանի աճի դեպքում պարույրը բացվում է: Դրա դեֆորմացիան փոխանցման հանգույցով հաղորդվում է սլաքին, որը ցույց է

տալիս չափվող ջերմաստիճանը: Այս ջերմաչափերի չափման տիրույթն է - 150-ից մինչև + 700 °C, իսկ սխալը չի գերազանցում 1-2,5 %-ը (նկ.2ա): Ծավալային մարմինների ներսում ջերմաստիճան չափելու և հսկելու համար օգտագործվում են խողովակաձև երկմետաղական զգայուն տարրերով ջերմաչափերը (նկ. 2բ):

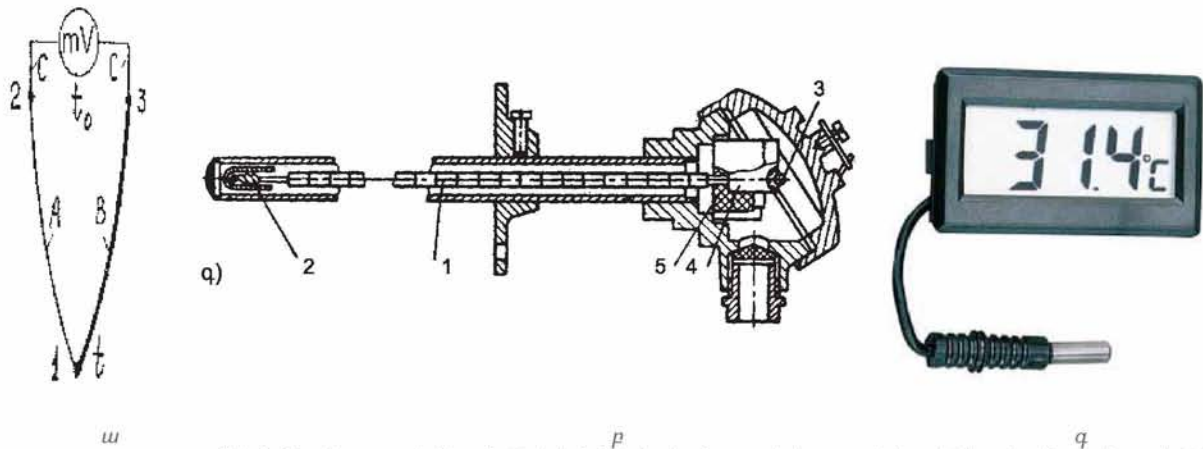
Ճնշաչափային ջերմաչափը (նկ. 2գ) բաղկացած է զգայուն տարր հանդիսացող ջերմաբալոնից (1), մազախողովակից (2) և ձնշման չափման հանգույցից (3), որոնք լցված են աշխատանքային նյութով: Ջերմաբալոնը տեղադրվում է չափման օբյեկտում, ջերմաստիճանի աճի դեպքում աշխատանքային նյութի ձնշումը բարձրանում է: Ձնշումը չափվում է ձնշման չափման հանգույցով, որի սլաքը տեղաշարժվում է ըստ ջերմաստիճանի աստիճանավորված սանդղակի վրայով: Դրանց չափման տիրույթն է - 120-ից մինչև + 600 °C:

**ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ՉԱՓՈՒՄԸ
ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ**

Արտադրական գործընթացների ավտոմատացված համակարգերում լայն տարածում է ստացել ջերմաստիճանի չափման ջերմաէլեկտրական մեթոդը: Ջերմաէլեկտրական մեթոդը



Նկ. 2. Երկմետաղական (ա, բ) և ճնշաչափային (գ) ջերմաչափերի կառուցվածքները



Նկ. 3. Չափիչ սարքի միացման սխեման (ա), ջերմազույգի կառուցվածքը (բ) և թվային ջերմաչափի (գ)

հիմնված է ջերմաէլեկտրական երևույթի վրա, որի էությունն այն է, որ հաջորդաբար միացված A և B երկու տարբեր հաղորդիչներով (կիսահաղորդիչներով) կազմված փակ շղթայում (նկ. 3ա) առաջանում է էլԾՈՒ, եթե հաղորդիչների համան կետերի ջերմաստիճանները տարբեր են: Այսպիսի պարզագույն շղթան անվանում են ջերմազույգ: Եթե ունենք ջերմաէլեկտրականորեն համասեռ մետաղալարեր, ապա դրանցով կազմված ջերմազույգի ջերմա-էլԾՈՒ-ն կախված է միայն միացման (1) և ազատ (2,3) ծայրերի t ու t_0 ջերմաստիճաններից և մետաղների հատկություններից: Ջերմա-էլԾՈՒ-ն չափելու համար ջերմազույգի ազատ ծայրում A և B ջերմաէլեկտրոդների միջև միացվում է չափիչ սարք: Չափիչ սարքը միացնող C հաղորդալարերի և A ու B ջերմաէլեկտրոդների միացման 2 և 3 կետերի (նկ.3ա) ջերմաստիճանները պետք է լինեն հավասար. հակառակ դեպքում կառաջանա լրացուցիչ ջերմա-էլԾՈՒ:

Տեսականորեն անհնար է որոշել $E_{AB}(t)$ ջերմա-էլԾՈՒ-ի կախումը ջերմաստիճանից, այդ պատճառով արտադրվող ջերմազույգերի համար փորձնականորեն

որոշվում է այդ կախումը ազատ ծայրերի $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանի դեպքում: Այդ կախումը՝ $E_{AB}(t, 0^\circ\text{C})$, որը կոչվում է ջերմազույգի ստատիկ բնութագիր, տրված է աղյուսակային տեսքով և հաստատված է որպես միջպետական ստանդարտ (ԳՈՍՏ 3044-94): Գործնական չափումներում (չափիչ սարքերում և համակարգերում) $t_0 \neq \text{const}$, այդ պատճառով չափման սխեմաներում օգտագործվում է ազատ ծայրերի ջերմա-էլԾՈՒ-ի ավտոմատ կոմպենսացման հանգույց, որի ելքային լարումը գումարվում է ջերմազույգի ջերմաէլԾՈՒ-ին: Դրա շնորհիվ չափիչ սարքն աստիճանավորվում է չափվող ջերմաստիճանի արժեքներով: Այդպիսի չափիչ սարքի և ջերմազույգի միասնությունը կոչվում է ջերմաէլեկտրական ջերմաչափ (նկ. 3գ):

Լայն տարածում են ստացել նաև դիմադրության ջերմակերպափոխիչները (ԴՋ): ԴՋ-ի գործողությունը հիմնված է ջերմազգայուն տարրի էլեկտրական դիմադրության և ջերմաստիճանի միջև կախման վրա: Ջերմազգայուն տարրը պատրաստվում է մաքուր մետաղներից, համաձուլվածքներից և կիսահաղորդիչներից: Մետաղական ԴՋ-ի

զգայուն տարրը պատրաստվում է քիմիապես մաքուր մետաղալարից (պլատինե, պղնձե և նիկելի), որը փաթաթվում է մեկուսիչ (հիմնականում խեցեղեն կամ քվարցից) հիմնականախքի վրա ու դրվում է մետաղական պարկուճի մեջ (բաց տարածությունը լցվում է այլումինի օքսիդի փոշով): Պատրաստվում են նաև առանց հիմնականախքի և մեկուսիչ տպասալիկի վրա նստեցված կամ սոսնձված մետաղաթաղանթով զգայուն տարրեր: Մետաղական ԴՋ-ների կարևոր առանձնահատկություններից են բարձր ձգգրտությունը, ստատիկ բնութագրի բարձր կայունությունը և կրկնելիությունը: Դրանց ստատիկ բնութագրերը տրված են աղյուսակային տեսքով և հաստատված են միջպետական ստանդարտով (ԳՈՍՏ 6651-94): Պլատինե ԴՋ-ները կիրառվում են -260 -ից մինչև $+1100^\circ\text{C}$ տիրույթում ջերմաստիճանը բարձր ձգգրտությամբ չափելու համար, պղնձե ԴՋ-ները՝ -200 -ից մինչև $+200^\circ\text{C}$, իսկ նիկելի ԴՋ-ները՝ -10 -ից մինչև $+180^\circ\text{C}$: ԴՋ-ների միջոցով ջերմաստիճանի չափման համար օգտագործվում են կամրջակային սխեմաներ: Տեխնիկական չափումների համար արտադրվում են ավտոմատ հավասարակշռումով կամրջակ-

ներ, որոնք աստիճանավորվում են ջերմաստիճանի արժեքներով և ունեն նաև դիրքային կարգավորման և գրանցման հանգույցներ:

Վերջին տարիներին հաղորդալարային ԴՋ-ների փոխարեն որոշ բնագավառներում լայն կիրառություն են ստանում թաղանթային ԴՋ-ները, որոնք պատրաստվում են ինտեգրալային տեխնոլոգիայով: Ներկայումս արտադրվում են պլատինե ԴՋ-ներ, որոնց հաստությունը փոքր է 1 մմ-ից, մյուս չափսերը փոքր են 10 մմ-ից: Արտադրվում են նաև ջերմաստիճանի կերպափոխիչներ էլեկտրոնային բաղադրամասերի ստանդարտ պատյանում [2]:

Կիսահաղորդչային ԴՋ-ներից լայն տարածում են ստացել գերմանիումի, ինդիումի, գրաֆիտային, ածխային և բաղադրանյութային կերպափոխիչները: Առաջին չորսն օգտագործվում են ցածր ջերմաստիճանների (սկսած 4 Կ-ից) չափման համար, իսկ բաղադրանյութային կերպափոխիչները՝ -100-ից մինչև +300 °C տիրույթում: Բաղադրանյութային ԴՋ-ները (ջերմառեգիստորները՝ ՋՌ) պատրաստվում են տարբեր կիսահաղորդչային միացություններից: Դրանք արտադրվում են տարբեր կառուցվածքներով, ունեն բարձր զգայունություն ու փոքր իներցիոնություն: Հիմնական թերություններն են ոչ գծային ստատիկ բնութագիրը և դիմադրության ու զգայնության մեծ շեղումներն անվանական արժեքներից, հետևաբար դրանց միջոցով ջերմաստիճան չափելու համար պետք է նախապես որոշել ստատիկ բնութագիրը (աստիճանավորել): Որոշ տիպերի ՋՌ-ներ ունեն

ստատիկ բնութագրի ժամանակային բարձր կայունություն և կարող են օգտագործվել բարձր ճշգրտության էլեկտրական ջերմաչափերում: Որոշ ժամանակամիջոցում ծերացումից հետո այդ ՋՌ-ներով կարելի է չափել ջերմաստիճանը մինչև $\pm 0,01$ °C սխալով: Ջերմառեգիստորները լայն տարածում են ստացել նաև էլեկտրաչափիչ և էլեկտրոնային սարքերի ջերմային կոմպենսացման հանգույցներում: Ջերմաստիճանի հսկման և ազդանշանման համար օգտագործվում են նաև կրիտեռեգիստորներ, որոնց դիմադրությունը որոշակի

հաստատուն հոսանքի դեպքում կախված է ջերմաստիճանից համարյա գծային օրենքով: Այս կերպափոխիչներն ունեն բարձր կայունություն, դրանց ստատիկ բնութագրերի փոփոխությունը մեկ տարվա ընթացքում չի գերազանցում 0,2 °C-ը:

Բարձր ջերմաստիճանների (200-1000 °C-ից բարձր) չափման համար որպես զգայուն տարր օգտագործում են նաև կիսահաղորդչային ջերմազույգերը: Մոլիբդեն-մոլիբդենի սիլիցիդ ջերմազույգերն օգտագործվում են մինչև 1850 °C ջերմաստիճան չափելու համար: Գրաֆիտ-վոլֆրամային ջերմազույգերն օգտա-



Նկ. 4. Թվային ջերմաչափեր

կրիտիկական ջերմաստիճանում կտրուկ (10^3-10^5 անգամ) փոքրանում է՝ պինդ վիճակում կիսահաղորդչի փուլային անցման պատճառով:

Ցածր ջերմաստիճանների չափման համար օգտագործվում են նաև կիսահաղորդչային դիոդներ ու տրանզիստորներ: Դրանց զգայուն տարրն է $p-n$ անցումը, որի վրայի լարման անկումը կախված է ջերմաստիճանից: Սիլիցիումային և գերմանիումային տրանզիստորներն օգտագործում են -200-ից մինչև +100 - 200°C ջերմաստիճանների չափման համար: Ջերմազգայուն տարրն է էմիտեր-բազա անցումը, որի բաց վիճակում ուղղակի լարման անկումը էմիտերի

գործվում են մինչև 2100 °C, իսկ գրաֆիտ-սիլիցիումի կարբիդ ($C-SiC$) ջերմազույգերը՝ մինչև 2700 °C ջերմաստիճան չափելու համար: Նիոբիումի կարբիդ-ցիրկոնիումի կարբիդ ($NbC-ZrC$) ջերմազույգն օգտագործվում է մինչև 3500 °C ջերմաստիճան չափելու համար: Շահագործման ընթացքում առաջացող սխալները փոքր են ± 10 Կ-ից:

Հպումային մեթոդով ջերմաստիճանի չափման ճշգրտությունը կախված է ոչ միայն օգտագործվող սարքերի չափագիտական պարամետրերից, այլև ջերմազգայուն տարրի տեղադրման տեղից ու եղանակից, որովհետև ջերմազգայուն տարրն անմիջա-

պես հպման մեջ է մտնում չափման միջավայրի հետ՝ դառնալով ջերմաընդունիչ: Հետևաբար, ջերմաընդունիչի սեփական ջերմաստիճանը, որը չափվում է չափիչ սարքով, տարբերվում է միջավայրի ջերմաստիճանից:

Ներկայումս լայն տարածում են ստանում նաև ջերմաստիճանի չափման թվային չափիչ սարքերը՝ *թվային ջերմաչափերը* (նկ. 4), որոնք նախատեսված են վերը նշված առաջնային կերպափոխիչների հետ աշխատելու համար:

Որոշակի սահմանային ջերմաստիճան՝ ոչ բարձր ձգգրությունը, չափելու համար օգտագործվում են *ջերմացուցիչներ*, որոնց զգայուն տարրի արտաքին տեսքը (գույնը, պայծառությունը, ձևը) փոխվում է որոշակի ջերմաստիճանում: Դրանք լինում են հալման և հեղուկ բյուրեղային: Հալման ջերմացուցիչ գույնը փոխվում է որոշ ջերմաստիճանում շնորհիվ ջերմազգայուն նյութի (կամ նրա բաղադրիչների) հալման: Այս ջերմացուցիչներն անդարձելի են և նախատեսված են միանգամյա օգտագործման համար:

Ներկայումս արտադրվում են ջերմացուցիչներ՝ 30–ից մինչև 560°C տիրույթում չափումներ կատարելու համար: Հեղուկ ջերմացուցիչը վրձնով քսվում է ստուգվող կետում կամ մակերեսում, չորացման ժամանակը 40 րոպե է: Հեղուկ բյուրեղային ջերմացուցիչներում օգտագործվում են օրգանական միացություններ, որոնք մինչև որոշակի ջերմաստիճան տաքացնելիս հալվում են՝ ցուցաբերելով հատուկ հատկություններ: Հիմնականում օգտագործվում են հեղուկ բյուրեղային նյութեր, որոնց

մոլեկուլները կազմում են շերտեր: Ցերեկային լույսի դեպքում տաքացող հեղուկ բյուրեղային ջերմացուցիչ գույնը որոշակի ջերմաստիճանում դառնում է կարմիր, հետագա տաքացումից գույնը հաջորդաբար փոխվում է՝ դառնալով նարնջագույն, դեղին, կանաչ, կապույտ, մանուշակագույն: Այսինքն՝ ջերմաստիճանից կախված՝ ստացվում է գույների բազմազանություն: Այս ջերմացուցիչներն արձագանքում են ջերմաստիճանի փոքր փոփոխություններին (մինչև 0,1 Կ), իսկ չափման սխալը չի գերազանցում մի քանի կելվինը: Հեղուկ բյուրեղային ջերմացուցիչները դարձելի են և կարող են օգտագործվել բազմակի չափումների համար: Չափումները կատարելու համար հեղուկ բյուրեղային նյութը քսվում է օբյեկտի մակերևույթի վրա և լուսավորվում է ցերեկային (սպիտակ) լույսով: Ջերմաստիճանային դաշտի գունավոր պատկերը կարելի է նկատել գունավոր ֆոտոժապավենի վրա: Ներկայումս արտադրվում են ջերմացուցիչներ՝ 60–ից մինչև 235 °C տիրույթում չափումներ կատարելու համար: Ջերմացուցիչների հիմնական առաձնահատկություններից են օգտագործման պարզությունը, հատուկ սարքավորման և սնման աղբյուրի բացակայությունը, օբյեկտի դժվարամատչելի տեղերում ջերմաստիճանի չափման հնարավորությունը, ջերմաստիճանային դաշտի որոշման արագությունը, օբյեկտի վրա ազդեցության բացակայությունը, էժանությունը:

ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ՉԱՓՈՒՄԸ ՈՉ ՀԴՊՈՒՄԱՅԻՆ ՄԵԹՈՂՈՎ

Ոչ հպումային մեթոդով ջերմ-

մաստիճանի չափումը հիմնված է մարմինների ջերմային ճառագայթման պարամետրերի և դրանց ջերմադինամիկ ջերմաստիճանի միջև կախման վրա: Ջերմային ճառագայթումն առաջանում է նյութի մասնիկների ջերմային զրգոման հետևանքով: Ցանկացած մարմին, որի ջերմաստիճանը բարձր է բացարձակ զրոյից, ճառագայթում է: Ջերմային ճառագայթման պարամետրերի չափման միջոցով ջերմաստիճանը չափող *սարքերը* (նկ. 5) կոչվում են հրաչափեր (պիրոմետրեր): Ջերմային ճառագայթումն ունի էլեկտրամագնիսական բնույթ և բնութագրվում է էներգիական ու սպեկտրային բնութագրերով: Տարբերմարմինների ճառագայթումները համեմատելու համար որպես հիմք ընդունվում է «բացարձակ սև մարմինը», որի ճառագայթումը կախված է միայն դրա ջերմաստիճանից: Բնության մեջ այդպիսի մարմին չկա: Իրական (ոչ սև) մարմինները ճառագայթային ջերմափոխանակության ընթացքում ոչ միայն ճառագայթում, այլ նաև անդրադարձնում, կլանում և անց են կացնում իրենց միջով ընկնող ճառագայթման հոսքի մի մասը: Քանի որ իրական մարմինները տարբերվում են սև մարմնից և դրանց ճառագայթման էներգիան կախված է ոչ միայն ջերմաստիճանից, ապա հնարավոր չէ ճառագայթման պարամետրերի չափումով ձիշտ որոշել մարմնի ջերմաստիճանը: Օրինակ՝ մաքուր մետաղական մակերևույթի ճառագայթումը շատ է տարբերվում օքսիդացած մակերևույթի ճառագայթումից՝ դրանց միևնույն իրական ջերմաստիճանների դեպքում: Այդ պատճառով հրաչափության մեջ մտցվում է պայմանական ջերմ-



Նկ. 5. Ոչ հպումային թվային ջերմաչափեր

աստիճանի հասկացությունը: Ներկայումս լայն տարածում են ստացել ռադիացիոն (T_ռ), պայծառային (T_պ) և գունային (T_գ) ջերմաստիճանները:

Ռադիացիոն ջերմաստիճանը (T_ռ) իրական ոչ սև մարմնի պայմանական ջերմաստիճանն է, որը թվապես հավասար է սև մարմնի այնպիսի ջերմաստիճանին, որի դեպքում իրական և սև մարմինների ճառագայթման ինտեգրալային էներգիական լուսատվություններն իրար հավասար են:

Պայծառային ջերմաստիճանը (T_պ) ոչ սև մարմնի պայմանական ջերմաստիճանն է, որը թվապես հավասար է սև մարմնի այնպիսի ջերմաստիճանին, որի դեպքում իրական և սև մարմնի ճառագայթման էներգիական պայծառությունների սպեկտրային խտություններն իրար հավասար են: T_պ-ն համեմատաբար ավելի մոտ է իրական ջերմաստիճանին, քան T_ռ-ը: Սակայն T_ռ -ի միջոցով կարելի է չափել ավելի ցածր ջերմաստիճաններ, որովհետև օգտագործվում է ճառագայթման ողջ սպեկտրը:

Գունային ջերմաստիճանը (T_գ) իրական ոչ սև մարմնի

պայմանական ջերմաստիճանն է, որը թվապես հավասար է սև մարմնի այնպիսի ջերմաստիճանին, որի դեպքում այդ մարմինների ճառագայթման էներգիական պայծառությունները հարաբերությունները երկու սպեկտրային տեղամասերում իրար հավասար են:

Պայմանական ջերմաստիճանների համեմատումից հետևում է, որ էներգիական T_ռ և T_պ ջերմաստիճանները միշտ փոքր են իրական ջերմաստիճանից, իսկ T_գ-ն կարող է լինել մեծ կամ փոքր, իսկ որոշ դեպքերում նաև հավասար իրական ջերմաստիճանին: Պայմանական ջերմաստիճանի ձիջտ ընտրության համար անհրաժեշտ է իմանալ մարմնի ճառագայթման բնույթը և չափման պայմանները (առաջին հերթին միջավայրի կլանումը):

Օբյեկտիվ հրաչափերում որպես ճառագայթման ընդունիչ օգտագործվում են ֆոտոէլեմենտներ, որոնց սպեկտրային զգայնությունը մոտ է աչքի զգայնությանը, ինչպես նաև ֆոտոբազմապատկիչ, ֆոտոդիոդ, ֆոտոռեգիստոր: Այս հրաչա-

փերում չափումն ավտոմատացված է, իսկ սխալը չի գերազանցում $\pm 1\%$ -ը (մինչև 2000 °C դեպքում)

և $\pm 15\%$ -ը (2000 °C-ից բարձր ջերմաստիճանների դեպքում):

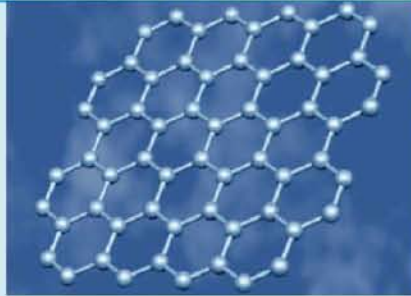
Ճառագայթման հրաչափերը որոշ դեպքերում ոչ միայն գերադասելի են հպման ջերմաչափերից, այլև միակ հնարավոր միջոցն են տվյալ պայմաններում ջերմաստիճանի չափման համար: Հրաչափերը լայնորեն են կիրառվում մետալուրգիայում, արագընթաց տեխնոլոգիական գործընթացներում (պայթյուն, բռնկում, պլազմա) չափման համար, ինչպես նաև այն դեպքում, երբ պահանջվում է չաղավաղել օբյեկտի ջերմաստիճանային դաշտը, որը կարող է առաջանալ օբյեկտի հետ ջերմաչափի անմիջական շփման պատճառով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Շաղգամյան Ա. Ս. Տեխնոլոգիական չափումներ, մաս 1. Ջերմաստիճանի չափումը: Երևան, ՀՊՃՀ, 1998:

2. Датчики температуры. "Электронные компоненты", 11, 2006, стр.79-86.

ԳՐԱՖԵՆՆԵՐ՝ ԿԱՐԳԱՎՈՐՎՈՂ ԳՈՏԻՈՎ ԱՌԱՋԻՆ ԿԻՍԱՀԱՂՈՐԴՆԵՐ*



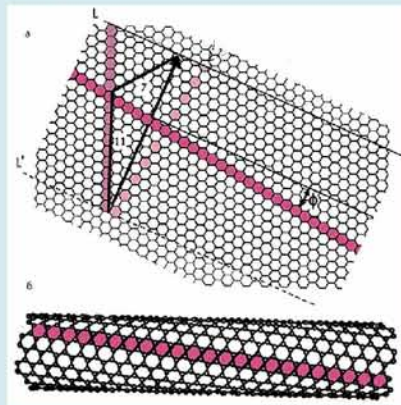
Գիտնականների միջազգային խումբը տեղեկացրել է արտաքին ազդեցությամբ կարգավորվող արգելված գոտիով առաջին կիսահաղորդչային նյութի ստեղծման մասին: Ուշագրավ է, որ այդ նյութը ստեղծվել է նանոածխածնի՝ գրաֆենի երկչափ կառուցվածքի հիման վրա:

Գրաֆենները, որոնք հայտնի դարձան գրեթե երկու տարի առաջ բրիտանացի և ռուս գիտնականների աշխատանքների արդյունքում, գրավել են աշխարհի շատ լաբորատորիաների հետազոտողների ուշադրությունը: Վերջերս “Phys Rev Letters” հանդեսում հրապարակված հոդվածը նոր հեռանկարներ է բացահայտում գրաֆենների համար:

Մեծ Բրիտանիայի, ԱՄՆ-ի, Պորտուգալիայի և Իսպանիայի գիտնականների խումբը ներկայացրել է նոր նյութ՝ կիսահաղորդչային հատկություններով օժտված գրաֆենային կրկնակի շերտ, ընդ որում, կիսահաղորդչային հատկությունները պայմանավորող արգելված գոտու լայնությունը կարող է փոփոխվել լայն տիրույթում՝ (զրոյից մինչև լույսի ինֆրակարմիր տիրույթ) արտաքին էլեկտրական դաշտի ազդեցության տակ, որի լարվածությունը փոքր է 1 Վ/սմ-ից:

Հետաքրքրական է, որ գրաֆենային շերտում բացակայում է սահմանը վալենտական և հաղորդականության գոտիների մի-

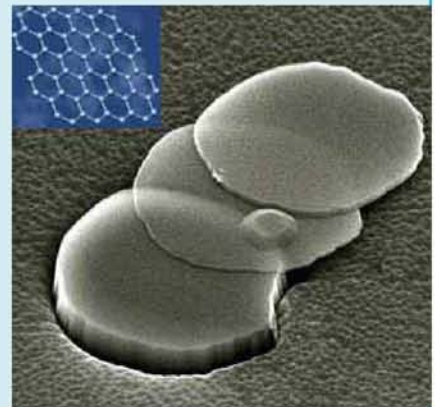
ջև. էլեկտրոններն անցնում են հաղորդականության գոտի՝ առանց որևէ խոչընդոտի: Սակայն էներգետիկ պատնեշն առաջանում է, երբ գրաֆենային շերտը ծածկվում է մեկ այլ շերտով, և երկշերտանի ողջ կառուցվածքը գտնվում է արտաքին էլեկտրական դաշտում: Գիտնականների կարծիքով արգելված գոտին առաջանում է մի շերտում էլեկտրոնների ավելցուկի և մյուսում դրական լիցքավորված «խողչների» առաջացման հաշվին: Ընդ որում, էլեկտրոնները և խողչները առաջացնում են քվազիմասնիկներ, որոնց շարժումը կիսահաղորդչային նյութում ենթարկվում է միանգամայն այլ օրինաչափությունների, քան առանձին բաղադրիչների շարժումը:



Ֆիզիկոսներին հաջողվել է չափել այդ քվազիմասնիկների զանգվածը 1 մկմ կարգի լայնություն և մի քանի միկրոմետր երկարություն ունեցող երկշերտանի գրաֆենի նմուշում, որը քսված է սիլիցիումի օքսիդի

մակերեսին: Ընդ որում, լարվածությունն առաջանում էր սիլիցիումի թաղանթի և գրաֆենի շերտի տակ գտնվող էլեկտրոդի միջև: Քվազիմասնիկների զանգվածը չափում էին ցիկլոտրոնային ռեզոնանսի օգնությամբ: Պարզվել է, որ արտաքին էլեկտրոդում լարվածության ավելացումը 0-100 Վ-ի դեպքում զանգվածը փոխվում էր 0-150 մԷՎ:

Կիսահաղորդչային նյութերի մշակողները միջոտ երազել են արգելված գոտու լայնությունը կամայականորեն փոխելու հնարավորության մասին, բայց մինչև այժմ դրա համար հարկավոր էր փոխել նաև բուն կիսահաղորդչի բաղադրությունը: Ի դեպ, միջոտ



չէ, որ հնարավոր է ստանալ ծշգրիտ կարգավորում: Նման հնարավորության դրսևորումը գրաֆեններում, որոնք, ընդ որում, ունեն շատ փոքր չափեր և մի շարք եզակի ֆիզիկական և քիմիական հատկություններ, բացում են այնպիսի բացառիկ հեռանկարներ կիսահաղորդչների ֆիզիկայի համար, ինչպիսիք են այլքի երկարության ծշգրիտ կարգավորմամբ լազերների, տրանզիստորների, զանազան տվիչների և այլնի ստեղծումը, հայտնում է “Physics World”-ը:

*k = eI - h φ% м, N 21 - 22 (372 - 373), %KI ь 2007



ՌՈՒԲԵՆ ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

Տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր
Գիտական գործունեության հիմնական ուղղություններն են՝

կիսահաղորդիչներ, կիսահաղորդչային սարքեր,
արևային փոխակերպիչներ և համակարգեր
E-mail: rvardan@seua.am



Ներածություն

Արևային էներգիայի՝ որպես էկոլոգիապես մաքուր էներգիայի աղբյուրի կիրառությունը տնտեսության տարբեր բնագավառներում, ունի չափազանց կարևոր նշանակություն:

Արևային էներգիայի ուղղակի փոխակերպումը էլեկտրականի (ֆոտոէլեկտրական) մեծ հեռանկար ունեցող խնդիր է և XXI դարում հանդիսանալու է էներգետիկայի կարևորագույն ուղղություններից մեկը՝ իր տարեկան ավելի քան 25% աճով: Ֆոտոէլեկտրական կայաններն էկոլոգիապես մաքուր են, անաղմուկ, չեն պահանջում շահագործման մեծ ծախսեր, կարող են օգտագործվել երկար տարիներ (20-30 և ավելի) և տեղակայվել

սպառման կետի անմիջապես մոտակայքում՝ բացառելով երկար հաղորդալարերի օգտագործումը:

Արևային էներգետիկ համակարգերի կիրառությունն առանձնահատուկ նշանակություն ունի Հայաստանի համար, քանի որ հանրապետությունը, չունենալով ընդերքային վառելանյութի պաշարներ, հարուստ է բավական մեծ քանակությամբ արևային էներգիայով: Այսպես՝ Հայաստանում արևի էներգիայի տարեկան միջին արժեքը մեկ օրվա ընթացքում կազմում է 4.7 կՎտ. ժ/մ², իսկ, օրինակ, Մոսկվայում կամ Բեռլինում այն կազմում է մոտավորապես 1 կՎտ.ժ/մ²: Նշենք, որ Հայաստանի կառավարության 2002 թ. օգոստոսի 15-ի թիվ 1302 որոշման հա-

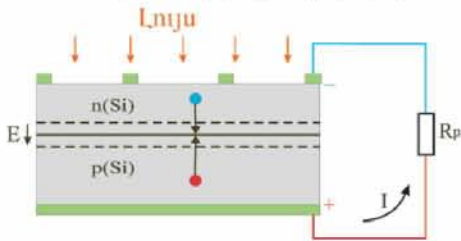
մաձայն՝ էներգետիկայի նոր աղբյուրների ոլորտում հետազոտական աշխատանքներն իրավացիորեն ընդգրկվել են գիտության և տեխնիկայի զարգացման գերակայությունների ցանկում:

Այսպիսով՝ արևային էներգետիկ նոր սարքավորումների մշակումը և տարածումը տնտեսության տարբեր ոլորտներում չափազանց կարևոր և արդիական խնդիր է, որի լուծումը հնարավորություն կտա՝

- ընդլայնել արևային էներգիայի կիրառության ոլորտները,
- օգտագործել էկոլոգիապես մաքուր էներգետիկ համակարգեր,
- իրականացնել արևային էներգետիկայի բոլոր առավելությունները:

Արևի էներգիայի Ֆոտոէլեկտրական փոխակերպումը

Արևի էներգիայի ֆոտոէլեկտրական փոխակերպումը ֆիզիկական երևույթ է, որի միջոցով լուսային էներգիան վերածվում է էլեկտրականի: Ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչները կան արևային մարտկոցները պատրաստվում են կիսահաղորդչային նյութից, հիմնականում՝ սիլիցիումից: Դիֆուզիայի միջոցով սիլիցիումի մեջ ներմուծելով ֆոսֆորի և բորի ատոմներ՝ ստացվում են n - և p - տիպի հաղորդականություններով օժտված համապատասխան տիրույթներ (նկ. 1):



Նկ. 1. Արևային մարտկոցի լայնական կտրվածքը

Այնուհետև վերևի n -տիրույթը ծածկվում է սանրաձև կառուցվածքի մետաղական էլեկտրոդով (կոնտակտով), որը հնարավորություն է տալիս արևի ճառագայթներին թափանցել սիլիցիումի մեջ: Իսկ ներքևի p -տիրույթը ամբողջապես ծածկվում է մետաղական էլեկտրոդով: Կիսահաղորդչի n - և p -տիպի հաղորդականություններով օժտված տիրույթների միջև ստեղծվում է որոշակի E լարվածությամբ ներքին էլեկտրական դաշտ:

Արևի ճառագայթները (ֆոտոնները), ընկնելով արևային մարտկոցի մակերեսին և կլանվելով վերջինիս ծավալում, ստեղծում են (գրգռում են) նոր, լրացուցիչ էլեկտրական լիցքակիրներ՝ էլեկտրոններ և

խոռոչներ: Ներքին E լարվածությամբ էլեկտրական դաշտի ազդեցության շնորհիվ էլեկտրոնները p -տիրույթից տեղափոխվում են դեպի n -տիրույթ, իսկ խոռոչները՝ n -ից դեպի p -տիրույթ: Այսպիսով՝ արեգակնային մարտկոցի վերևի և ներքևի մակերեսներին պատրաստված մետաղական էլեկտրոդների վրա առաջանում է պոտենցիալների տարբերություն և արտաքին շղթայով՝ բեռի դիմադրության միջով, անցնում է էլեկտրական հոսանք:

Ներկայումս լայնորեն կիրառվող արևային մարտկոցների օգտակար գործողության գործակիցը (ստացված օգտակար էլեկտրական էներգիայի հարաբերությունը մարտկոցի մակերեսին ընկնող արևի էներգիային՝ արտահայտված տոկոսներով) կազմում է մոտավորապես 15%: Այդպիսի արևային մարտկոցները սիլիցիումային բարակ թիթեղներ են, օրինակ՝ 150 մմ X 150 մմ չափերով (նկ. 2), որոնք ապահովում են մոտավորապես 2 Վտ հզորություն:



Նկ. 2. Արևային մարտկոց

Չուգահեռաբար կամ հաջորդաբար միացնելով անհրաժեշտ թվով արևային մարտկոցներ՝ կախված պահանջվող ելքային լարման և հոսանքի արժեքներից՝ ստացվում է անհրաժեշտ հզորության մարտկոց:

Սովորաբար արևային մարտկոցների համապատասխան միացումներն ապահովվելուց հետո դրանք տեղադրվում են ապակու տակ, հերմետիկացվում և պաշտպանվում են արտաքին միջավայրի ազդեցություններից մակաշերտման միջոցով, որի համար, որպես կանոն, օգտագործվում է էթիլեն-վինիլ-ացետատային թաղանթ: Դրանից հետո ապակու եզրերին ամրացվում է այլումինից պատրաստված շրջանակ, որը կառուցվածքին հաղորդում է ամրություն և ստեղծում հարմարություն՝ հետագա մոնտաժային աշխատանքների կատարման համար: Այդպիսի պատրաստվածքը հարթ ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչ է, կամ, այսպես կոչված, ֆոտոէլեկտրական մոդուլ (նկ. 3):



Նկ. 3. Արևային ֆոտոէլեկտրական մոդուլ՝ կազմված սիլիցիումային մարտկոցներից

Մեծ թվով ֆոտոէլեկտրական մոդուլների կիրառության դեպքում կարելի է ստանալ բավական մեծ հզորության արևային էներգետիկ կայաններ:

Գործող արևային ֆոտոէլեկտրական կայաններ

Վերջին տարիներին արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչ սարքերի և կայանների արտադրության ծավալները խիստ մեծացել են: Այսպես՝ վերջին 8 տարիների ընթացքում ֆոտոէլեկտրական սարքերի արտադրության տարեկան աճն ամբողջ աշխարհում կազմել է ավելի քան 30%, իսկ 2001–2005 ընթացքում արտադրության տարեկան աճի միջին արժեքը եղել է 43,7% (Աղյուսակ 1):

Աղյուսակ 1. Արևային ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչների արտադրության ծավալն ամբողջ աշխարհում

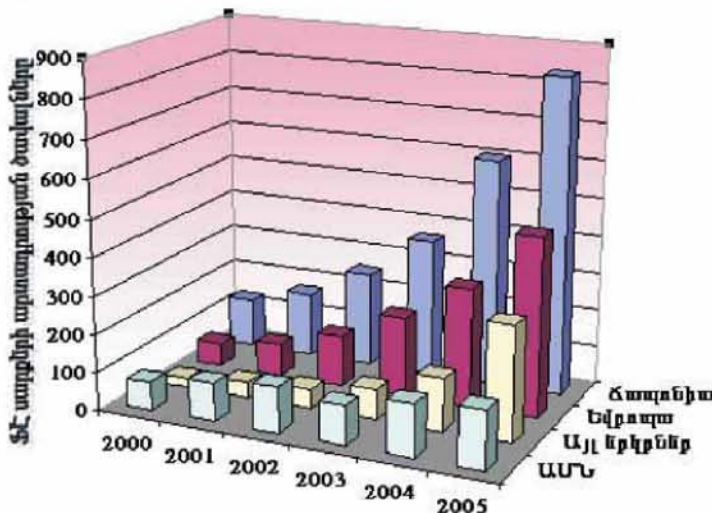
Տարիներ	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Արտադրանք, մՎտ	288	399	560	759	1195	1759
Տարեկան աճը, %		38,5	40	35,5	57,4	47,2

2005 թվականի վերջին, ամբողջ աշխարհում տեղակայված ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչ սարքերի և կայանների գումարային հզորությունը կազմել

քաղաքականությամբ: Ներկայումս մշակվել և շահագործվում են տարբեր հզորությունների արևային ֆոտոէլեկտրական կայաններ: Փոքր

հզորություններով կայանները սովորաբար օգտագործվում են մասնավոր անձանց կողմից՝ սեփական առանձնատների էլեկտրամուցումն ապահովելու համար: Որոշ դեպքերում (արտադրվող էլեկտրականության ավելցուկ) էլեկտրաէներգիայի մի մասը տրվում է (վաճառվում է) էլեկտրամուցման ցանցին: Միջին հզորություններով ֆոտոէլեկտրական կայանները կիրառվում են հիմնականում մի խումբ սպառողների (համայնքային) կարիքները հոգալու համար: Այս տիպի կայանները հաճախ օգտագործվում են, օրինակ, համայնքի համար նախատեսված ջրապոմպերի էլեկտրամուցումն ապահովելու նպատակով: Մեծ հզորություններով ֆոտոէլեկտրական կայանները տեղակայվում են, որպես կանոն, արևի էներգիայով հարուստ անապատային շրջաններում և ծառայում են էլեկտրաէներգիայի արտադրության և վաճառքի համար: Դիտարկենք դրանցից մի քանիսը:

Նկ. 5–ում պատկերված է Գերմանիայում գտնվող շենքային կաույցի տանիքին տեղակայված 5 մՎտ հզորությամբ արևային ֆոտոէլեկտրական կայան, որն արտադրում է տարեկան 4500 մՎտ.ժ էլեկտրաէներգիա: Այդ կայանի գործարկման շնորհիվ CO₂ գազի արտանետումները



Նկ. 4. Տարբեր երկրներում արևային ֆոտոէլեկտրական (ՖՏԷ) սարքերի արտադրության ծավալներն ըստ տարիների



Նկ. 5. Շենքին ինտեգրված 5 մՎտ հզորությամբ ՖՏԷ կայան Գերմանիայում



Նկ. 6. Ծեփին ինտեգրված յուրաքանչյուրը 1 մՎտ հզորությամբ ՖԷ կայաններ Նիդեռլանդներում

նվազեցվում են տարեկան 3600 տոննայով: Ծեփերին ինտեգրված ֆոտոէլեկտրական կայանների օրինակներ են պատկերված նաև նկ. 6-ում, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի 1 մՎտ հզորություն: Ներկայումս շահագործվում են նաև ֆոտոէլեկտրական կայաններ, որոնք ինտեգրված չեն շենքային կառույցներին:



Նկ. 7. 10 մՎտ հզորությամբ ՖԷ կայան Գերմանիայում

Նկ. 7-ում ցույց է տրված 10 մՎտ հզորությամբ գերմանական ֆոտոէլեկտրական կայան, որի գործարկման շնորհիվ CO₂ գազի արտանետումները նվազեցվում են տարեկան 10 000 տոննայի



Նկ. 8. 3,3 մՎտ հզորությամբ ՖԷ կայան Իտալիայում

չափով: Նկ. 8-ում պատկերված է 3,3 մՎտ հզորությամբ իտալական կայան, իսկ նկ. 9-ում՝ ԱՄՆ-ում գտնվող 2,62 մՎտ հզորությամբ կայան: Նշենք, որ վերջինս արտադրում է տարեկան 4900 մՎտ.ժ էլեկտրաէներգիա, ինչը գերազանցում է նկ. 5-ում պատկերված 5 մՎտ հզորությամբ գերմանական կայանի կողմից արտադրված էլեկտրաէներգիայի չափը՝ ԱՄՆ-ում արևային էներգիայի ավելի մեծ քանակության առկայության շնորհիվ:



Նկ. 9. 2,62 մՎտ հզորությամբ ՖԷ կայան ԱՄՆ - ում

Ֆոտոէլեկտրական կայանների զարգացմանը նպաստող գնային քաղաքականություն

Ներկայումս տարբեր երկրների կառավարությունների կողմից մշակվել և կիրառվում են արևային ֆոտոէլեկտրական կայանների զարգացումը երաշխավորող տնտեսական նպաստավոր պայմաններ: Սահմանվել են

ֆոտոէլեկտրական կայանների միջոցով արտադրված էլեկտրաէներգիայի գնման բավական բարձր տարիֆներ, ինչպես նաև այդ էլեկտրաէներգիայի գնման երաշխավորված երկարատև ժամկետներ (աղյուսակ 2):

Բացի սրանից, շատ երկրներում գործում են նաև ֆոտոէլեկտրական կայանների զարգացմանը խթանող այլ տնտեսական պայմաններ, ինչպիսիք են հարկային պարտականությունների նվազեցումը, դրամաշնորհների և ցածր տոկոսադրույքով վարկերի տրամադրումը: Այս բոլորը հիմք է ստեղծում տվյալ ոլորտում մեծ ֆինանսական ներդրումների համար:

Չափազանց հատկանշական է 2006 թվականին Հունաստանի կառավարության կողմից մշակված օրենքը, համաձայն որի սահմանված են վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների միջոցով արտադրված էլեկտրաէներգիայի գնման տարիֆները (աղյուսակ 3):

Այս օրենքը չափես նպաստում է Հունաստանում արևային ֆոտոէլեկտրական կայանների կառուցմանը և շահագործմանը: Պլանավորված է, որ նոր գնային քաղաքականության շնորհիվ արդեն 2020 թվականին Հունաստանի ցամաքային տարածքում կկառուցվեն 500 մՎտ, իսկ կղզիներում 200 մՎտ հզորություններով արևային ֆոտոէլեկտրական կայաններ: Հաշվարկները ցույց են տալիս, որ սահմանված նոր տարիֆների շնորհիվ ֆոտոէլեկտրական կայանների ետգնման ժամկետը կազմում է առավելագույնը 6 տարի, ինչը շատ գրավիչ է ֆինանսական ներդրումների համար:

Ասվածից հետևում է, որ

Հայաստանի Հանրապետությունում ևս արևային ֆոտոէլեկտրական համակարգերի և կայանների ներդրման համար խիստ անհրաժեշտ է կառավարության կողմից մշակել և կիրառել այդ ոլորտի զարգացմանը նպաստող օրենսդրական փաստաթղթեր: Ինչպես նշվեց վերևում, արևային ֆոտոէլեկտրական կայանների մշակման խնդիրն առանձնահատուկ նշանակություն ունի Հայաստանի համար: Այդ ոլորտի զարգացումը թույլ կտա լուծել էներգետիկ խնդիրները, նվազեցնել հանրապետության կախվածությունը ներմուծվող էներգակիրներից, մեծացնել պաշտպանվածությունը դրանց հետագա անխուսափելի թանկացումներից, բարելավել էկոլոգիան, բացել նոր աշխատատեղեր և Հայաստանը դարձնել առաջատար երկիր տարածաշրջանում:

*Աղյուսակ 3.
Էներգիայի վերականգնվող աղբյուրների միջոցով արտադրված էլեկտրաէներգիայի գնման տարիֆները Հունաստանում*

Աղյուսակ 2.

Արևային ֆոտոէլեկտրական կայանների միջոցով արտադրված էլեկտրաէներգիայի գնման տարիֆները և ժամկետները

Երկիր	Ֆե կայանի չափը	Էլեկտրաէներգիայի գնման տարիֆը, Եվրոցենտ/կՎտ.ժ	Երաշխավորված գնման ժամկետը, տարիներ
Գերմանիա	< 30 կՎտ	51,8	20 - 21
	> 30 կՎտ	49,28	
	> 100 կՎտ	48,74	
Յունաստան	< 100 կՎտ	45 (50 - կղզիներում)	20
	> 100 կՎտ	40 (45 - կղզիներում)	
Իտալիա	1 < կՎտ < 20	45,25	20
	20 < կՎտ < 50	46	
	50 < կՎտ < 1000	49	
Իսպանիա	< 100 կՎտ	44,04	25
	> 100 կՎտ	22,98	



Էլեկտրաէներգիայի արտադրության միջոցը	Տարիֆ, Եվրո ցենտ/կՎտ.ժ	
	Մայրցամաքում	Կղզիներում
Քամու էներգիա	7,3	8,46
Փոքր հիդրոէլեկտրակայաններ, < 15 մՎտ	7,3	8,46
Երկրաջերմային էներգիա, կենսազանգված, աղբայրում, կենսազազ	7,3	8,46
Արևային էներգիա՝ բացի ֆոտոէլեկտրականությունից	< 5 մՎտ	25
	> 5 մՎտ	23
Արևային ֆոտոէլեկտրական կայաններ	< 100 կՎտ	45
	> 100 կՎտ	40

Տեղեկատվության հիմնական աղբյուրները.

1. Գիտության աշխարհում № 4, 2005:
2. SUN & WIND ENERGY1/2006.
3. RENEWABLE ENERGY WORLD, V. 9, № 4, 2006.

ԳԻՏԱԿԱՆՆԵՐԸ ԱՌԱՆՁՆԱՅՐԵԼ ԵՆ ՎԵՐԱՀԱՍ ՆՅԱՐԴԱՅԻՆ ԽԱՆԳԱՐՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ 10 ՆՇԱՆՆԵՐԸ *



Այսօր մեր կյանքը վերածվել է խելահեղ մրցավազքի, որում առաջին տեղը գրավում է նա, ով ավելի արագաշարժ է, խելացի, ուժեղ և այլն: Ամեն մեկը չէ, որ կարող է ապրել մշտական լարվածության պայմաններում: Ծատերը սթրես են ապրում: Այն անընդհատ կուտակվում է, և երբ դրա համար այլևս տեղ չի մնում, հեղեղի պես թափվում է շրջապատի վրա՝ նյարդային խանգարման տեսքով:



Ինչպե՞ս պարզել՝ արդյոք ձեզ կամ ձեր մտերիմներից մեկին սպառնում է նյարդային խանգարում: Հոգեբանները առանձնացրել են վերահաս նյարդային խանգարման հիմնական 10 նշանները՝

1. Մարդը զգում է շարունակական հոգնածություն, թուլություն:
2. Ուրիշների խնդրանքները զայրույթ են առաջացնում նրա մեջ:

3. Նյարդային խանգարման սահմանագծում գտնվող մարդիկ հակված են ինքնաքննադատության: Հիմնականում նրանք մեղադրում են իրենց, որ ստիպված են համակերպվել հանգամանքների հետ:

4. Չափազանց մեծ դյուրագրգռությունը նույնպես հատուկ է խանգարման սահմանագծում գտնվող մարդկանց:

5. Եթե դուք զգում եք, որ ձեզ շրջապատում են միայն թշնամիներ, և չգիտեք, թե ուր կորչեք, ապա ամենայն հավանականությամբ, շուտով դուք ունենալու եք նյարդային խանգարում:

6. Նախկինում ոչ մի հույզեր չառաջացնող բառերն ու արարքները զայրացնում են ձեզ: Ձեզ թվում է, որ ձեզ ուզում են վիրավորել:

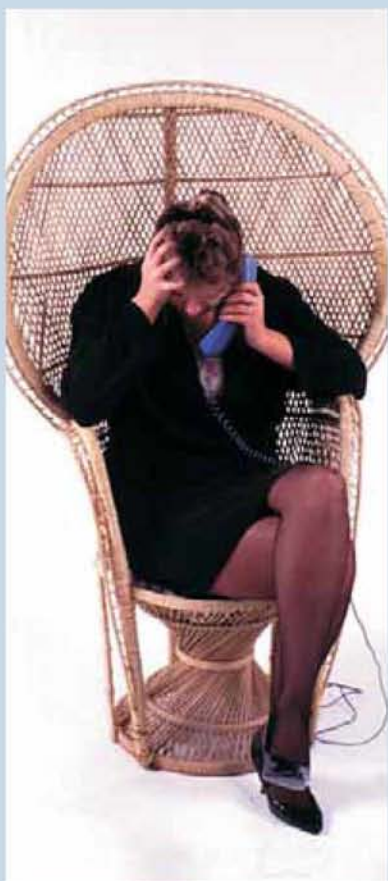
7. Հաճախ նյարդային խանգարման նախանշաններ կարող են լինել սուր գլխացավերը և մարսողության խանգարումները:

8. Նախքան նյարդային խանգարում ունենալը մարդիկ սովորաբար տառապում են անքնությամբ և դեպրեսիայից (ընկձվածությունից):

9. Նյարդային խանգարման շեմին գտնվող մարդկանց անօգնականության զգացումը ուղեկցվում է չափից շատ կասկածամտությամբ, իսկ երբեմն նաև հետապնդման

մոլագարությամբ:
10. Մարսողականության հետ կապված խնդիրների պատճառով նյարդային խանգարումից առաջ հաճախակի փոփոխվում է մարդու քաշը:

Նյարդային խանգարումից խուսափելու համար անհրաժեշտ է իմանալ այն առաջացնող պատճառները, իսկ ավելի ճիշտ՝ սթրեսի պատճառները: Բոլոր մարդկանց համար դրանք տարբեր են, սակայն հոգեբանները ամենից հաճախ առանձնացնում են երկուսը՝ ընտանիքն ու աշխատանքը: Եթե մարդը խնդիրներ ունի ընտանիքում կամ աշխատանքի վայրում, ապա շատ հնարավոր է, որ դա սթրեսի պատճառ դառնա: Եթե չի հաջողվում ինքնուրույն լուծել խնդիրները, ապա ավելի լավ է դիմել հոգեբանին, որը կօգնի ելք գտնել ստեղծված իրավիճակից:



* <http://www.inauka.ru/news/article62036.html>

ԿԱՐԴԱՑԵՔ ՀԱԶՈՐԴ ՀԱՄԱՐՈՒՄ

Համաշխարհային հռչակ
ունեցող գիտնականներ
Քոյարչուկի, Չանդրասեկարի,
Պատոնի, ինչպես նաև
Գերշտեյնի և Լոգունովի
համատեղ հիշողությունները
մեծ աստղաֆիզիկոսի
մասին: Այս համարում տեղ
են գտել նաև բացառիկ
հարցազրույցներ Վիկտոր
Համբարձումյանի ժամանա-
կակիցների և ընկերների հետ:

ՀԱԶՈՐԴ՝

2008 թ. NN 2 - 3 միացյալ համարը
նվիրվում է հանրահայտ գիտնական,
մեծատաղանդ աստղաֆիզիկոս
ՎԻԿՏՈՐ ՀԱՄԱՀԱՄԴԻ
ՀԱՄԲԱՐԶՈՒՄՅԱՆԻ:



ԱՐԱՆԵՆԱՍԱԽԵՏՏԱՐԲՈՒԿԻՆ

գիտահանրամատչելի հանրագրքեր

ՀԱՅԿԱՍՏԱՆԵՍՏԱՆՈՒՄ



Բաժանորդագրվելու
համար կարող եք
զանգահարել **52 38 30**

