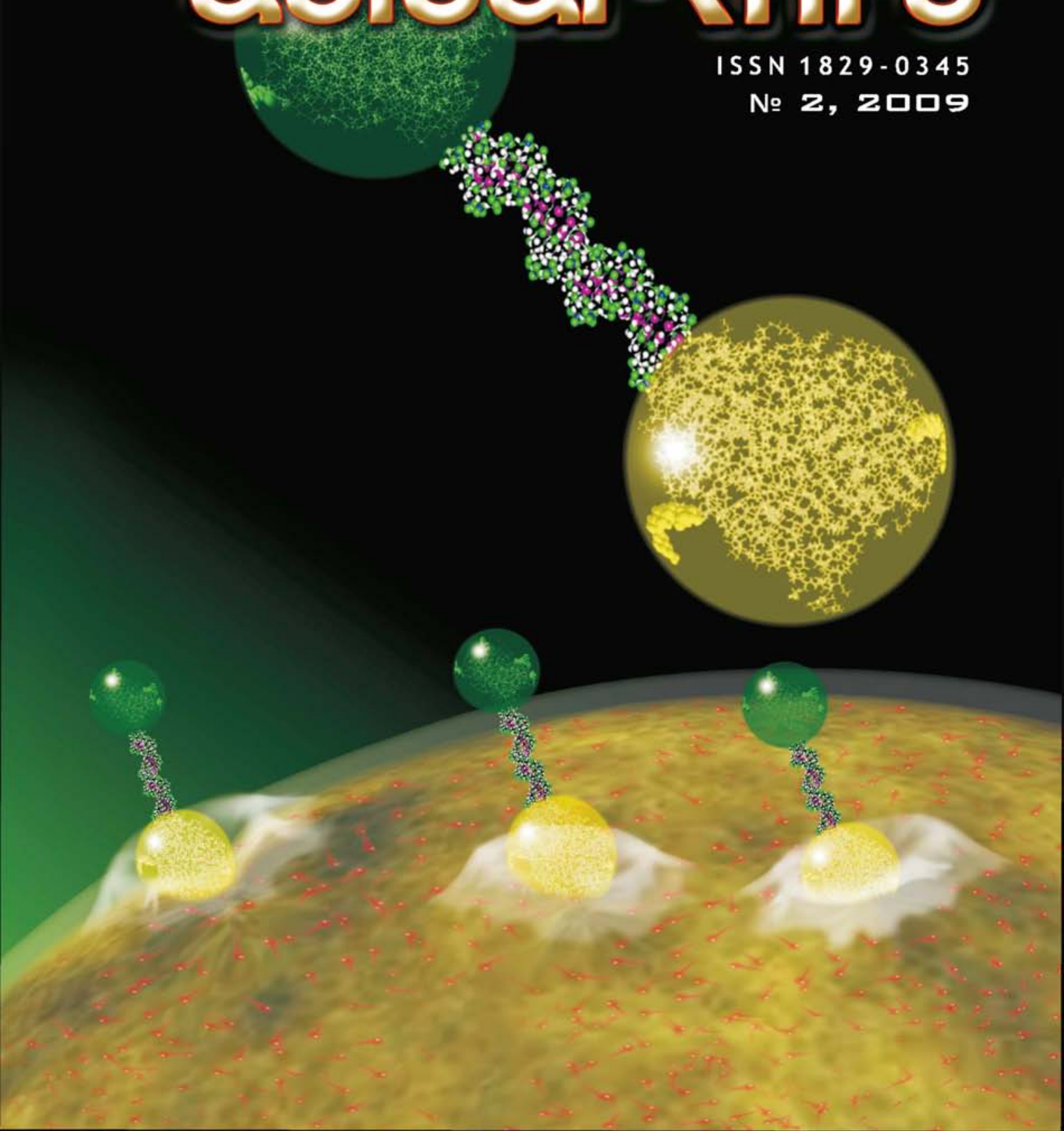


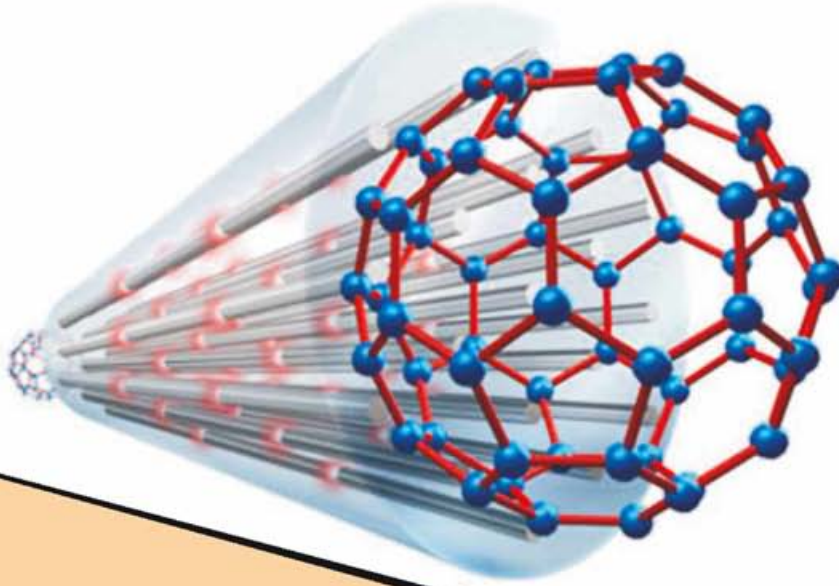
գիտահանրամատչելի հանդես

ԴԻՏՈՒԹՅԱՆ ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ

ISSN 1829-0345

№ 2, 2009





գիտահանրամատչելի հանդես
ԷԻՏՈՒԹՅԱՆ
ԱԾԽԱՐՀՈՒՄ
 2, 2009

Լրատվական գործունեություն
 իրականացնող՝ ԶԳ ԳԱԱ ՊՊԱԿ
 Նախագահություն

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

Գլխավոր խմբագիր՝ Ղազարյան Էդ.
Գլխավոր խմբագրի տեղակալ՝ Շահինյան Ա.
Բաժինների խմբագիրներ՝ Ներսիսյան Ա.,
 Լորայան Ա.,
 Պողոսյան Ա.,
 Խառատյան Ա.
Գործադիր տնօրեն՝ Սարգսյան Ա.
Պատասխանատու քարտուղար՝ Վարդանյան Ն.
Տեխնիկական խմբագիր՝ Մխիթարյան Գ.
Սրբագրիչ՝ Հովհաննիսյան Ք.
Դիզայներ՝ Օհանջանյան Ա.
Թարգմանիչ՝ Սարգսյան Մ.
Համարի պատասխանատու՝ Հովհաննիսյան Ք.

Ստորագրված է տպագրության՝ 22.05.09
«Գիտության աշխարհում» հանդեսի խմբագրական կոլեգիայի կազմը՝
 Աղայան Կ., Աղայան Լ., Աղայան Ա., Առաքելյան Ն.,
 Ավետիսյան Ա., Աֆրիկյան Է., Բարխուդարյան Վ.,
 Բրուտյան Գ., Գաբրիելյան Է., Գրիգորյան Ա.,
 Հարությունյան Բ., Համբարձումյան Ա., Հարությունյան Հ.,
 Սամբաշյան Ա., Սելջոնյան Ա., Շուքրույան Յու.,
 Սարգսյան Յ ու., Սեդրակյան Դ., Քուչուկյան Ա.:

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

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

Հոդվածների վերատպումը հնարավոր է միայն
 խմբագրության գրավոր համաձայնության դեպքում:
 Սեփականության իրավունքը հանդիսանում է հոդվածի
 հեղինակների իրավունքը միշտ չէ, որ համակարծիք է
 հեղինակների հետ: Խմբագրությունը
 պատասխանատվություն չի կրում գովազդային
 նյութերի բովանդակության համար:

ԲՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԳԱՂՏՆԻՔԸ

- 2** ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԳԱՂՏՆԻՔԸ ԱԶԱՏ ԵԴԻԱԶԱՐՅԱՆ
- 5** ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՈՍՏԻԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԿԱԶՄԿԵՐՊՈՒՄԸ ԵՎ ԳՈՐԾՈՒՆԵՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ՎԱՆԻ ՆԱՀԱՆԳԱԳԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՐՋԱՆՈՒՄ ՈՒՌԲԵՆ ՍԱՀԱԿՅԱՆ
- 12** ՏՐԴԱՏ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏ ՄԻՍԱԲ ՃԵՎԱՀԻՐՃՅԱՆ
- 17** ՎԱԶԵ ՍՄԲԵՏԻ ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆ ՄԱՐՈՒԵ ՍԱՐԳՍՅԱՆ
- 19** ՀԻՄՆԱՐԱՐ ՀԱՍՏԱՏՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ԱՆԵՍԱՐՀԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՊԱՏԿԵՐԸ ԷԴՈՒԱՐԴ ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՍԱՄՎԵԼ ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ
- 30** ԱՅԴԲԱՆ ՊԱՐԶ «ՆԱՆՈՒ»-Ն ՔԵՎԻՆ ՏՐԵՆԲԵՐԳ
- 32** ՊԱՐԶ ԵՎ ԵՐԿՎՈՐՅԱԿ ՊԱՐԶ ԹՎԵՐԻ ՄԱՍԻՆ ՍԱՄՎԵԼ ՂԱԼԱԼՅԱՆ
- 38** ԹՈՂՈՒՆՆԵՐԻ ԾԱԳՈՒՄՆԱԲԱՆԱԿԱՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՈՒ ԿԵՆՍԱՎԱՐՔԱԳԾԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՆՈՒԹՅԱԳԻՐԸ ՄԱՐՏԻՆ ԱԴԱՄՅԱՆ
- 52** ԶԱՐՄԱՆԱՀՐԱԵՆ ՆԱՆՈՎԵՆԱՐՀ ԳԱԳԻԿ ԾՄԱՎՈՆՅԱՆ

Թումանյանի ԳԱՂՏՆԻՔԸ

2

Թումանյանի ստեղծագործության մեջ մի գաղտնիք կա, որ նրա գրականության մեջ խորանալու հետ ավելի է ընդգծվում:



ԿԱՐԴԱՅԵ՛Ք ԱՅՍ ԱՍՄԱՐՈՒՄ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՈՍՏԻԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒՄԸ ԵՎ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ ՎԱՆԻ ՆԱՀԱՆԳԱԴԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՐՋԱՆՈՒՄ

(1915 ԹՎԱԿԱՆԻ ՄԱՅԻՍ – ՀՈՒՆԻՍ)

Ուստի, պետք չէ պատահական համարել, որ 1918 թ. մայիսի 28-ին Հայաստանի Հանրապետության հռչակումը կարող էր հենվել նաև այսպիսի ունակությունների վրա:

5



ՏՐԴԱՏ ՃԱՐՏԱՐԱԴԵՏ

Ահա հազար տարի է, ինչ Տրդատ ծարտարապետի գործն ու կնիքը մնացել են անսասան ու անմոռաց: Քաղաքակիրթ աշխարհը դեռ նոր պիտի ծանոթանա Տրդատ ծարտարապետի կնիքի պարագային:

ՀԻՄՆԱՐԱՐ ՀԱՍՏԱՏՈՒՆԵՐԸ ԵՎ ԱՇԽԱՐՀԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՊԱՏԿԵՐԸ

Մինչդեռ աշխարհի միասնական ֆիզիկական պատկերի ընկալման հնարավորությունը պահանջում է ոչ այնքան ֆիզիկայի դասընթացն ուսումնասիրելու ընթացքում ձեռք բերած գիտելիքների մեխանիկական գումար, որքան մտածողության նոր ձև, ոչ միայն առանձին երևույթների և տեսությունների ուսումնասիրություն, այլև նրանց միջև առկա կապերի և ընդհանուր հիմքերի պարզաբանում:



19

ԱՅԴՔԱՆ ՊԱՐԶ «ՆԱՆՈ»-Ն

12

30

Ընթերցողը հանգամանակից կծանոթանա «նանո»-ի կիրառություններին՝ սկսած մ.թ.ա. IV դ. դամասկոսյան պողպատե թրից, միջնադարյան եկեղեցական ոսկեպատ ապակենկարներից մինչև ժամանակակից արեգակնային մարտկոցներ, լոտոսի ծաղկի նման ինքնամաքրվող ապակիներ ու պատուհաններ, ՂԹ-նանոմեքենաներ և ապագա հնարավոր քվանտային համակարգիչներ ու «մտածող» հագուստներ:



ԹՈՂՈՒՆՆԵՐԻ ԾԵԳՈՒՄԵՐՔԱԿԱՆ ՋԵՐԳԱՅՄԱՆ ՈՒ ԿԵՆՏԱՎԵՐՔԵԳԵՒ ԸՄՏԵՈՑ ՔՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Երկրագնդի ողնաշարավոր կենդանիներից, (բացառությամբ ձկների) ամենամեծաքանակը, գեղեցիկն ու հանրածանոթը թռչուններն են: Թռչունները հետևողներն են նախնադարի սողունների: Կղ մասին են վկայում սողունների հետ ունեցած նրանց բազմաթիվ ընդհանրությունները՝ կմայքի կառուցվածքը, մկանային համակարգը, ձկադրությամբ բազմացման փաստը և այլն:

38

ԶԱՐՄԱՆԱՀՐԱՇ ՆԱՆՈՍՇԻՆԱՐԿ

Վերջին տարիներին բուռն թափով ուսումնասիրվում են նանոկառուցվածքները՝ շնորհիվ իրենց հատկությունների, բյուրեղական բարձր որակի և կիրառական նշանակության:



52



ԱՉԱՏ ԵՂԻԱՉԱՐՅԱԼ

Բանասիրական գիտությունների պրոֆեսոր
Գիտական աշխատությունները վերաբերում են
XIX-XX դդ. հայ գրականության պատմությանը

Թումանյանի ԳԱՂՏՆԻՔԸ

Թումանյանի ստեղծագործության մեջ մի գաղտնիք կա, որ նրա գրականության մեջ խորանալու հետ ավելի է ընդգծվում: Այնքան պարզ է ու հասարակ, որ թվում է, թե ամեն մեկը կարող էր գրել. կամ կարծես թե այդ ամենը միշտ եղել է օդի ու ջրի պես: Այդ պարզությունը մեր արևմտահայ կամ սփյուռքահայ հայրենակիցներից շատերին ստիպել է մտածել, որ Թումանյանն ընդամենը գեղջկական բանաստեղծ է:

Բայց անցած հարյուր տարիներն ապացուցեցին, որ Թումանյանի պարզության մեջ անհատակ խորություններ կան, որ հենց Թումանյանն է մեզ ստիպում մտածել կյանքի ամենակարևոր և հավերժական հարցերի մասին, որ կարող ես տասնյակ անգամներ կարդալ Թումանյանին և պարզել, որ չես հասել հատակին: Չարենցը, որ իր ստեղծագործությամբ շատ հե-

ռու էր Թումանյանից, շատ խորն էր հասկացել Թումանյանին, երբ նրան համեմատում էր Հոմերոսի և Գյոթեի հետ: Ահա այս է գաղտնիքը կամ հանելուկը, կամ անվանեք ինչպես կուզեք՝ մի կարգին կրթություն չստացած, Անդրկովկասի սահմաններից գրեթե դուրս չեկած, ամենապարզ ու սովորական բաների մասին գրած հեղինակը կանգնած է մեծագույն հանձարների կողքին, նրանց հավասար...

Հաճախ մենք մոռանում ենք, որ իր ժամանակին Թումանյանի արածը այն էր, ինչ հիմա անվանում ենք նորարարություն: Եվ այդ նորարարության իմաստը նրանում էր, որ նա ժողովրդի միտքը, փիլիսոփայությունը, խոսքը բերում էր բանաստեղծություն: Հայ բանաստեղծությունը մինչ այդ սավառնում էր ազգային-ազատագրական գաղափարների, քաղաքական ռոմանտիզմի ոլորտներում: Հիշենք հայտնի միջադեպը՝ կապ-



ված «Շունն ու կատուն» բալլադի հետ. երբ պատանի Թումանյանն իր այդ գործն առաջարկում է ժամանակի լավագույն խմբագիրներից ու ճաշակավոր մարդկանցից մեկին՝ Ավետիք Արասխանյանին, վերջինս զարմացած ու զայրացած բացականչում է. «Ասացեք խնդրեմ, ինչ գործ ունեն շունն ու կատուն բանաստեղծության մեջ»: Իսկ Ջորավար Անդրանիկը տարիներ հետո ասում էր, որ ինքն էլ, Թումանյանն էլ կմոռացվեն, իսկ «Շունն ու կատուն» անմահ կմնա...

Շատ քիչ գրողների է տրված սիրելի լինել բոլոր հասակներում: Թումանյանն այդ քչերից է: Սկզբից դեռ՝ «Շունն ու կատուն», մանկական բանաստեղծությու-



յունները, մյուս բալլադները: Տարիքի հետ հետաքրքրությունը Թումանյանի հանդեպ չի պակասում. ընդհակառակը, նրա գործերն ավելի ու ավելի հրապուրիչ են դառնում: Մանկական գործերն իրենց հրապուրյոր չեն կորցնում նաև հասուն տարիքում: Ահա վերցրեք նրա պարզ ու անզարդ «Աղբյուր» բանաստեղծությունը: Սովորաբար այն զետեղում են կրտսեր կամ միջին դասարանների դասագրքերում: Եվ այդ բանաստեղծությունը հասկանալի է երեխաներին: Բայց միթե այդ բանաստեղծությունը չի հուզում մեր միտքը հասուն տարիքում: Միթե մարդկային գործի խորհուրդը հասուն տարիքում դադարում է մեզ հետաքրքրել: Կամ նրա ամենախմաստուն գործերից մեկը՝ «Ոսկի քաղաք» հեքիաթը, որը մտածող մարդու մտքին շատ սնունդ է տալիս հենց հասուն տարիքում...

Ես միշտ հիշում եմ Թումանյանի գրառումներից մեկն իր ծոցատետրում՝ «Մարդիկ դարձել են դուքանչի ու արևակատ» (ԵԼԺ, հ.8, էջ 428), այսինքն՝ առևտրական և փաստաբան: Այսինքն՝ մարդը մանրացել է ու աղավաղվել: Խնդիր, որ Թումանյանին հուզում էր ամբողջ կյանքում, որ իր ստեղծագործության գլխավոր խնդիրը դարձավ: Մար-

դը, նրա կոչումը և ձակատագիրը: Մարդը, որ դժբախտ է նաև նահապետական հասարակության մեջ, որտեղ ողբերգություններն անպակաս են նրանից. բայց այստեղ գոնե ամեն ինչ մարդկային կրքերի հետ է կապված, այստեղ դեռ չկա նյութի, փողի պաշտամունքը: Գալիս է այդ պաշտամունքը և մարդկանց դարձնում է «դուքանչի ու արևակատ»: Ահա թե ինչու է նա դիմում նահապետական աշխարհի մոռումեռտալ տիպերին, որոնք զոհվում են իրենց կրքերին և քարացած պատկերացումներին: Բայց նրանց զգացմունքները մաքուր են ու խորը. նահապետական աշխարհը ծնում է մոռումեռտալ, մաքուր, չաղավաղված մարդկանց, բայց այդ աշխարհը ծնում է նաև նրանց ողբերգությունը, որը դարձյալ խորապես մարդկային է: Ահա թե ինչու էր Թիֆլիս քաղաքում ապրող, եվրոպական մշակույթին տեղյակ բանաստեղծը այնքան սիրում նահապետական աշխարհը: Բայց որովհետև մարդն առհասարակ անկատար է, մարդը կործանվում է նաև նահապետական աշխարհում: Այստեղ է ծնվում Թումանյանի թախիծն ու ցավը մարդու համար, որի գերազանց արտահայտությունը «Թմկաբերդի առումը» պոեմն է:

Եվ այստեղ է ծնվում Թումանյանի երազանքը՝ նրա ստեղծագործության ամենաբարձր գծերից մեկը: Նրա գործը, հասկապես նրա բանաստեղծությունն ամբողջովին պարուրված է այդ երազանքով, կարոտով դեպի այն մարդը, որ դեռ պետք է գա, որ պետք է լինի իսկական մարդ: Ես ուզում եմ ընդգծել, որ Թումանյանը երբեք չհրաժարվեց այդ երազանքից, երբեք չդադարեց հավատալ այդ իսկական մարդու գալուստին, նույնիսկ իր ամենամուռյալ, եղեռնի ազդեցության տակ գրված բանաստեղծություններում: Ի տես թուրքական գազանությունների՝



ցավով ու տառապանքով նա կարող էր բացականչել, որ պիտի «Մարդն ամաչի գիլից ու շանից, որ մարդ է ծնվել մարդու նըմանից»: Նա կարող էր ասել, որ «Մարդակեր գազան՝ մարդը՝ դեռ երկար էսպես կըմնա...»: Բայց այդ «դեռը» շատ կարևոր է այստեղ: Դա մեզ հուշում է, որ Թումանյանը հավատում է մարդու ճանապարհին, թեև խորապես ազդված է այդ ճանապարհի անվերջ ոլորապտույտներից, մարդու կատարե-



▶ լագործման դանդաղությունից... «Ու հեռու է մինչև Մարդը իր ճամփան...»: Դեռ հեռու է, բայց կան այդ ճանապարհը, մարդը գնում է իր ճանապարհով, դեպի լուսավոր հեռուները...

Այս հավատը պատմության ընթացքում բազում փորձությունների է ենթարկվել, և մարդկային միտքը թերևս ավելի շատ հոռետեսական սպասումներ է ծնել, մանավանդ մեր ժամանակներում, երբ մարդու արատներն այնպես հաճույքով առաջին պլան են մղվում: Եվ հենց մեր ժամանակներում Թումանյանի այս խոր հավատը մարդու և նրա պատմության հանդեպ շատ մեծ արժեք է ձեռք բերում... Այդ հավատը շատ հեռու է մակերեսային լավատեսությունից, որը ծնունդ է մակերեսային մտածողության. ընդհակառակը, Թումանյանն այնքան խորն է տեսնում մարդկային արատներն ու թերությունները, մարդու ողջ անկատարությունը: Բայց պատմության զարգացման, մեծ կյանքի զգացողությունն ընկած է նրա աշխարհզգացողության հիմքում, և դա նրան շատ է հեռացնում նաև հոռետեսությունից: Մարդու ապագան ի վերջո նրան ներկայանում է պայծառ, լուսավոր գույներով: Ես շատ կուզենայի, որ մենք շատ մտածեինք նրա հրաշալի հեքիաթի՝ «Ոսկի քաղաքի»



մասին: Հիմա մեզ այնքան շատ են պատմում մասնավոր սեփականության առավելությունների, հարուստների ու աղքատների գոյության անհրաժեշտության մասին, իսկ Թումանյանը երազում էր, որ աշխարհը դառնա մի Ոսկի քաղաք, որտեղ հարուստներ ու աղքատներ չկան, որտեղ տերեր ու ծառաներ չկան, և բոլորը աշխատում ու վայելում են միասին...

Այս զարմանալի, պայծառ աշխարհզգացողությունն է Թումանյանին հեռու պահում հոռետեսությունից՝ կյանքի ու մահվան խնդիրների մասին խորհրդածելիս: Իսկ դրանց մասին Թումանյանը շատ է գրում. պատահական չէ, որ տարիքի հետ նա ավելի ու ավելի շատ էր հակվում դեպի Արևելքը՝ նրա մեջ տեսնելով հոգևոր կյանքի շնորհը՝ ի տարբերություն նյութապաշտ Արևմուտքի: Իսկ Արևելքն

անպատկերացելի է՝ առանց կյանքի ու մահվան մասին անվերջ խոհերի: Թումանյանն էլ մարդու կարճատև գոյությունն իմաստավորում է անխուսափելի մահվան լույսի տակ, բայց մահվան գաղափարը չի սարսափեցնում նրան, որովհետև նրա համար շատ կարևոր է մեծ կյանքի գաղափարը: Մարդու կյանքն այդ մեծ, տիեզերական կյանքի մի մասնիկն է և ոչ թե փոշեհատիկ, որ դատապարտված է կորչելու մոայլ ու դատարկ անհունում...

Մենք սովորել ենք, որ դասականների գործերը չեն հնանում, բայց դասականներն էլ ժամանակի հետ մոտենում կամ հեռանում են մեզանից: Թումանյանը, իմ տպավորությամբ, գոնե այս պահին՝ մեր զարգացման այս փուլում, մեր կողքին է, մեր զուգակիցն ու խորհրդատուն: Միայն կարողանանք լսել և հասկանալ նրան... ■

ՌՈՒԲԵՆ ՍԱՀԱԿՅԱԼ

պատմական գիտությունների թեկնածու

ԸԱՅԿԱԿԱՆ ՈՍՏԻԿԱՆՈՒԹՅԱՆ
ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒՄԸ ԵՎ
ԳՈՐԾՈՒՆԵՆՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՎԱՆԻ ՆԱԸԱՆԳԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ
ՇՐՋԱՆՈՒՄ

(1915 ԹՎԱԿԱՆԻ ՄԱՅԻՍ – ՀՈՒԼԻՍ)

1915 թ. մայիս 4-ին ավարտվում է Վան քաղաքի հայության մոտ մեկամսյա գոյամարտը: Ռուսական Բայազետի ջոկատի հրամանատար Ա. Նիկոլանի հրամանով Վանի ու ազատագրված գավառների կամ շրջանի ժամանակավոր կառավարիչ (նահանգապետ) է նշանակվում հայ ազգային-ազատագրական շարժման ականավոր գործիչ, Վանի Այգեստան թաղամասի ինքնապաշտպանության փաստացի ղեկավար Արամ Մանուկյանը (Սարգիս Հովհաննիսյան), կամ էլ, ինչպես նրան որակել է Վ. Տերոյանը, «Վանի հասարակական հսկան»: Արամի նշանակումը հաստատվում է IV բանակային կորպուսի, իսկ մայիսի 18-ին՝ Կովկասյան բանակի հրամանատարության կողմից:

Վանի շրջանային վարչության կամ նահանգապետարանի պաշտոնյաները և ծառայողները բացառապես հայեր էին: Նրանց թվում ընդգրկվում են հայ մտավորականության լավագույն ներկայացուցիչները, որոնց մեծ մասը կրթություն էր ստացել Գևորգյան ձեմարանում, ինչպես նաև արտասահմանում: Նրանց թվում էին Համազասպ Բաղեջյանը, Արտակ Դարբինյանը, Միհրան Թերլեմեզյանը, Վարազդատ Տերոյանը, Արմենակ Մաքսապետյանը և ուրիշներ: Նահանգապետարանում և գավառներում





▶ պաշտոնավարելու համար հրավիրվում են վարչական աշխատանքի փորձ և հմտություն ունեցող արևելահայ մտավորականներ Սիրական Տիգրանյանը, Պարույր Լևոնյանը, բժիշկներ Արտաշես Բաբայանը և Համազասպ Օհանջանյանը, Իսահակ Տեր-Ղազարյանը և այլք:

1915 թ. մայիսի 8-ին կազմակերպվում են ազատագրված գավառների և Վան քաղաքի կառավարման մարմինները՝ նահանգային վարչությունը, կրթական տեսչությունը, դատարանը, դատախազությունը, գավառային վարչությունը և այլն:

Արամը պաշտոնների նշանակելիս առաջնորդվում էր տրվյալ անձի ոչ թե կուսակցական պատկանելությամբ, այլ պաշտոնը վարելու կարողությամբ: Լինելով ՀՅԴ անդամ՝ Արամը ապակուսակցական կադրային քաղաքականություն էր վարում: Փաստորեն, XVIII դարից հետո՝ Սյունիքում և Արցախում հայկական իշխանությունների կորստից մոտ երկու դար անց, հայությունը հնարավորություն էր ստանում արարել իր ապագա պետականության սաղմը՝ Վանի հայկական իշխանությունը:

Հայկական իշխանության կառավարման մարմիններում ընդգրկվում են հասարակության բոլոր խավերի ներկայացուցիչները՝ անկախ իրենց կուսակցական պատկանելությունից:

Վերը նշված սկզբունքը կիրառվեց հատկապես դատաիրավական համակարգի ձևավորման ժամանակ: Այսպես՝ Վան քաղաքի ոստիկանապետ է նշանակվում ՀՅԴ անդամ Դավիթ Փափագյանը, իսկ նրա օգնական (տեղակալ)՝ նախկին արմենական, Սահմանադիր ռամկավար Ղևոնդ Խանջյանը: Վերջինս հունիսի 30-ից նշանակվում է քաղաքային ոստիկանապետի պաշտոնակատար: Նահանգային ոստիկանությունը գլխավորում էր նախկին արմենական, Սահմանադիր ռամկավար Արմենակ Եկարյանը:

Վան քաղաքը բաժանվում է ոստիկանական հինգ տեղամասերի կամ շրջանների: Նրանցից յուրաքանչյուրում նշանակվում է շրջանապետ կամ կոմիսար: Քաղաքային ոստիկանությանն էր ենթարկվում բանտը: Բանտապետը կամ բանտային տեսուչն էր Կարապետ Ջոնյանը (Ճոնյան):

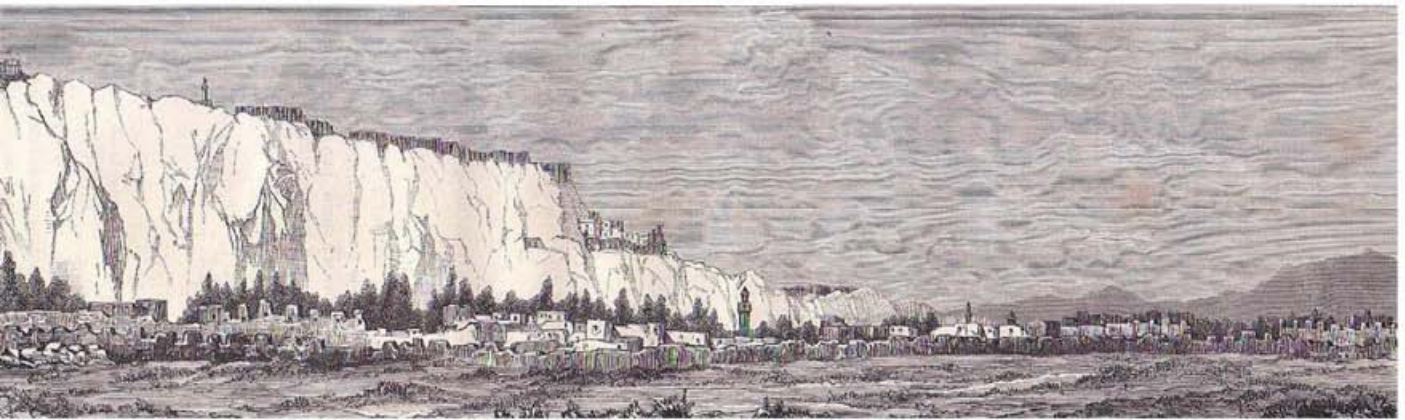
Սկզբում Վանի նահանգը բաժանվում է 11 գավառի. նախատեսվում էր կազմակերպել ևս երեքը: Որոշ ժամանակ անց կատարվում է վարչական նոր բաժանում, և նահանգը բաժանվում է 4 գավառի և 12 գավառակի: Գավառներում ևս կազմակերպվում են իշխանության մարմիններ և նշանակվում են ոստիկանապետներ: Ոստիկանների ընդհանուր թվաքանակը լինելու էր 410 հոգի:

Վանի ոստիկանությունը դեռևս չուներ համազգեստ, և որպեսզի ծառայություն կատարող ոստիկանը տարբերվի քաղաքացուց, որոշվեց իրավապահների համար սահմանել տարբերիչ նշաններ՝ թևկապներ: Քաղաքային ոստիկանությունը կրում էր սպիտակ կտորի վրա կարմիր գույնի տառերով գրված «Ոստիկան» մակագրությամբ թևկապ: Գավառական ոստիկանները կրում էին նույն թևկապները, սակայն Բ. Ա. («Ванская Дружина») մակագրությամբ: Վերջինս արված էր ռուսական զինվորականների համար, որպեսզի նրանք կարողանան զանազանել ծառայողական պարտականությունը կատարող հայ ոստիկանին զինված քրդից:

Հուլիսի 13-ի դրությամբ Վան քաղաքի բանտի աշխատակիցների թիվը երեքն էր: Բանտարկյալները՝ տասը հոգի: Նրանց քրեական պատասխանատվության էին ենթարկել հիմնականում գողացված տնային կենդանիներ գնելու, ռուսական հրամանատարության այս կամ այն հրամանին չենթարկվելու, շարքային զինծառայողներին ոգեից խմիչքներ վաճառելու և այլնի համար: Առավել տարածված էր տուգանքների համակարգը: Ոստիկանությունն իրավունք ուներ կալանավածներին բանտում պահել միայն 24 ժամ: Ժամկետը լրանալուց հետո քաղաքացուն կամ պետք է ազատ արձակելին, կամ էլ գործը հանձնելին դատարան: Սկզբնա-

լս չուներ համազգեստ, և որպեսզի ծառայություն կատարող ոստիկանը տարբերվի քաղաքացուց, որոշվեց իրավապահների համար սահմանել տարբերիչ նշաններ՝ թևկապներ: Քաղաքային ոստիկանությունը կրում էր սպիտակ կտորի վրա կարմիր գույնի տառերով գրված «Ոստիկան» մակագրությամբ թևկապ: Գավառական ոստիկանները կրում էին նույն թևկապները, սակայն Բ. Ա. («Ванская Дружина») մակագրությամբ: Վերջինս արված էր ռուսական զինվորականների համար, որպեսզի նրանք կարողանան զանազանել ծառայողական պարտականությունը կատարող հայ ոստիկանին զինված քրդից:

Հուլիսի 13-ի դրությամբ Վան քաղաքի բանտի աշխատակիցների թիվը երեքն էր: Բանտարկյալները՝ տասը հոգի: Նրանց քրեական պատասխանատվության էին ենթարկել հիմնականում գողացված տնային կենդանիներ գնելու, ռուսական հրամանատարության այս կամ այն հրամանին չենթարկվելու, շարքային զինծառայողներին ոգեից խմիչքներ վաճառելու և այլնի համար: Առավել տարածված էր տուգանքների համակարգը: Ոստիկանությունն իրավունք ուներ կալանավածներին բանտում պահել միայն 24 ժամ: Ժամկետը լրանալուց հետո քաղաքացուն կամ պետք է ազատ արձակելին, կամ էլ գործը հանձնելին դատարան: Սկզբնա-



պես, բացի Ոստանի և Շատախի գավառներից, նախատեսվում էր մյուս գավառներում ունենալ 50-ական ոստիկան: Շատախում և Ոստանում իրավապահների թվաքանակը սահմանվել էր 150 հոգի: Իրականում, սակայն, ոստիկանները թվով ավելի քիչ էին: Դա բացատրվում է 1914 թ. աշնանից և հատկապես 1915 թ. գարնանից Վանի վիլայեթում սկսված հայերի զանգվածային ջարդերով, որին հիմնականում զոհ էին գնացել տղամարդիկ: Հայ տղամարդկանց մի մասն էլ զորակոչվել էր օսմանյան բանակ: Բացի այդ, նահանգապետարանը չուներ անհրաժեշտ ֆինանսական միջոցներ՝ ոստիկանության գործունեությունը լիարժեք ապահովելու համար:

Վանի հայկական իշխանությունը, հաշվի առնելով, որ հայ, ասորի, եզդի, ինչպես նաև քուրդ ու թուրք բնակչությունը քիչ թե շատ վարժված է օսմանյան օրենքներին և դրանց վրա հիմնված դատաիրավական համակարգին, չդիմեց կտրուկ և արմատական փոփոխությունների: Նահանգի ղեկավարությունը և գլխավորապես Արամը, գիտակցում էին, որ օսմանյան օրենսդրության արմատական վերանայումը կարող է հանգեցնել օրենսդրական խառնաշփոթի, ուստի հրահանգվեց դատաիրավական համակարգի աշխատակիցներին ժամանակավորապես առաջնորդվել

օսմանյան օրենքներով՝ դրանց որոշ դրույթներ վերանայելով և հարմարեցնելով ներկա պայմաններին: Կարգադրվեց դատաիրավական համակարգին, այդ թվում ոստիկանությանը վերաբերող օրենքները թուրքերենից թարգմանել հայերեն և ներկայացնել նահանգապետարան: Օրենքների նախագծերը կամ տարբերակները պետք է համապատասխան քննարկումներ և փոփոխություններ կատարելուց կամ ամբողջությամբ հավանություն տալուց հետո դրվեին շրջանառության մեջ:

Ոստիկանական ծառայության առավել ծանր և պատասխանատու տեղամասը գավառն էր: Այստեղ մշտապես զգացվում էր ոստիկանների պակասը:

Դրա պատճառը նահանգի հայ բնակչության զանգվածային կոտորածներն էին: Այսպես, օրինակ՝ Արձեշ գավառի 9 հազար հայ բնակչությունից զոհվել էր մոտ երեք հազարը: Մյուսները պատասպարվել էին նահանգի տարբեր բնակավայրերում և Վան քաղաքում: Թալանվել և մեծ մասամբ ոչնչացվել էր նրանց ունեցվածքը՝ տները, գույքը, տնային կենդանիները և ցանքսերը: 1915 թ. հուլիսի 3-ի տվյալներով՝ ողջ գավառում մնացել էր միայն 250 աշխատունակ տղամարդ, ովքեր զբաղված էին հողագործական աշխատանքներով: Այդ մարդկանց նպատակահարմար չէր ընդգրկել ոստիկանությունում, քանի որ նրանք գավառի բնակչությանը պետք է▶





Վապահովելին պարենով:

Գավառներում անապահով վիճակը և հատկապես թուրք-քրդական հարձակումների վտանգը հարկադրում են գավառապետներին՝ ներգրավել տեղական բնակիչներին ոստիկանության հետ համատեղ ավազակների դեմ պայքարելու գործին:

Ոստիկանության ուժեղացված ծառայությունն անհրաժեշտ էր նահանգային կենտրոնից հեռու գտնվող հայկական և ասորական բնակավայրերի պաշտպանության համար, քանի որ քրդական հրոսակախմբերն իրենց հարձակումների թիրախն էին դարձրել օջախները վերականգնող և դաշտային աշխատանքներով զբաղված հայ, ինչպես նաև ասորի բնակչությանը:

Ա. Եկարյանը Նորդուզի գավառակ ստուգայց կատարելու ժամանակ նշեց գավառակի ծանր դրության մասին: Նորդուզի շրջակա լեռներում բնակվում էին զգալի թվով քրդեր, որոնք ամեն պահի կարող էին հարձակվել հայկական բնակավայրերի վրա: Ա. Եկարյանի կարծիքով՝ 50-60 ոստիկանների ներկայությունը կարող էր քրդերին զգաստացնող հանգամանք լինել:

Հայկական ոստիկանության կանոնա-

վոր և լիարժեք ծառայությանը խոչընդոտում էր համազգեստի բացակայության հանգամանքը: Քաղաքում և հատկապես գավառներում տեղակայված Բայազետի ուսական ջոկատի զինծառայողները չէին կարողանում զանազանել ոստիկանին քաղաքացուց կամ գյուղացուց: Այդ պատճառով հաճախ ցավալի թյուրիմացություններ էին առաջանում և անհարկի բռնագրավվում էր հայ ոստիկանների զենքը:

Նահանգային իշխանությունները և անձամբ Ա. Մանուկյանը մտահոգված էին հայկական ոստիկանական համակարգի վերջնական ձևավորմամբ և լիարժեք ծառայության իրականացմամբ: Փաստորեն, հայկական ոստիկանությունը, բացի ոստիկանական գործառույթներից, կատարում էր նաև ոստիկանական զորքերին հատուկ պարտականություններ: Հավանաբար Ա. Մանուկյա-

նը հետագայում ցանկանում էր ոստիկանական ուժերի հենքի վրա ստեղծել նաև կանոնավոր բանակի ստորաբաժանումներ: Դա հնարավորություն կտար այդ ուժերն օգտագործել օսմանյան զորքերի մնացորդների և քրդական ավազակախմբերի դեմ:

Նահանգային իշխանություններն իրենց հերթին քայլեր էին ձեռնարկում, որպեսզի վերացվի քաղաքացիների իրավունքների ոտնահարման ամեն մի դեպք: Այսպես՝ հունիսի 30-ին Վանի նահանգային վարչության դիվանապետ Արտակ Դարբինյանը նահանգային վարչության անունից հատուկ դիմում է հղում հայրենակիցներին՝ խնդրելով և կոչ անելով ոստիկանության որևէ աշխատակցի գործողությունից դժգոհ քաղաքացիներին գրավոր դիմել նահանգային դիվանին՝ խոստանալով իրականացնել համապատասխան հետաքննություն և փաստերի

հաստատվելու դեպքում պատժել մեղավորին կամ մեղավորներին: Միաժամանակ Ա. Դարբինյանը նահանգային վարչության անունից կոչ է անում հայրենակիցներին անդամագրվել ոստիկանությանը:

Նահանգապետ արանի հանձնարարությամբ՝ հունիսի 23-ից հուլիսի 10-ը նահան-



գային ոստիկանության տեսչական ստուգումը կատարում է Ա. Եկարյանը: Նա հունիսի 11-ի հրամանագրով նշանակվել էր «նահանգային գավառական ոստիկանության շրջուն քննիչի և կազմակերպչի պաշտոնին»: Ա. Եկարյանը, շրջելով գավառներում, արձանագրում է առկա թերություններն ու բացթողումները: Հաշվետվության վերջում նա ներկայացնում է առաջարկություններ, որոնք հնարավորություն էին տալու շտկել թերությունները:

Ինչպես Ա. Եկարյանը, այնպես էլ Ի. Տեր-Ղազարյանը առաջնահերթը համարում են ոստիկանական ներքին կանոնադրության ընդունումը: Վերահսկիչի համոզմամբ՝ այդ բացը կարող էին լրացնել կրթված և պատրաստված ոստիկանապետն ու շրջանապետը, «որոնք կկարողանան պատրաստել կրթել ոստիկաններին, հասկացնել իրենց պարտականությունները»:

Ի. Տեր-Ղազարյանը նշում է մի շարք պատճառներ, որոնք խոչընդոտում են ոստիկանությանը լիարժեք է իրականացնելու իր պարտականությունները: Նրա կարծիքով՝ ոստիկանությունը թույլ է վերահսկվում: Ոստիկանների ռուսերեն չհմանալը ևս բացասաբար էր անդրադառնում նրանց ծառայողական պարտականությունների կատարման վրա: Անհրաժեշտ է օր առաջ նրանց համազգեստ և զենք տալ, որոշ տեղերում պահակներ նշանակել և հսկողությունն ուժեղացնել նրանց վրա:

Ոստիկանության ծառայության հրապարակայնությանը հնարավորություն տալու միտումով Ա. Մանուկյանը հուլիսի 2-ին քաղաքային «Վան-Տոսպ» և «Աշխատանք» թերթերի լրագրողներին արտոնում է առանց որևէ սահմանափակման շրջել քաղաքում և գավառներում: Նահանգապետի հրամանում աս-



ված էր. «Կը հանձնարարենք ոստիկանության և գավառի մեր պաշտոնյաներուն ամեն կերպ աջակցություն տալ իրենց (լրագրողներին-Ռ.Ս.)»:

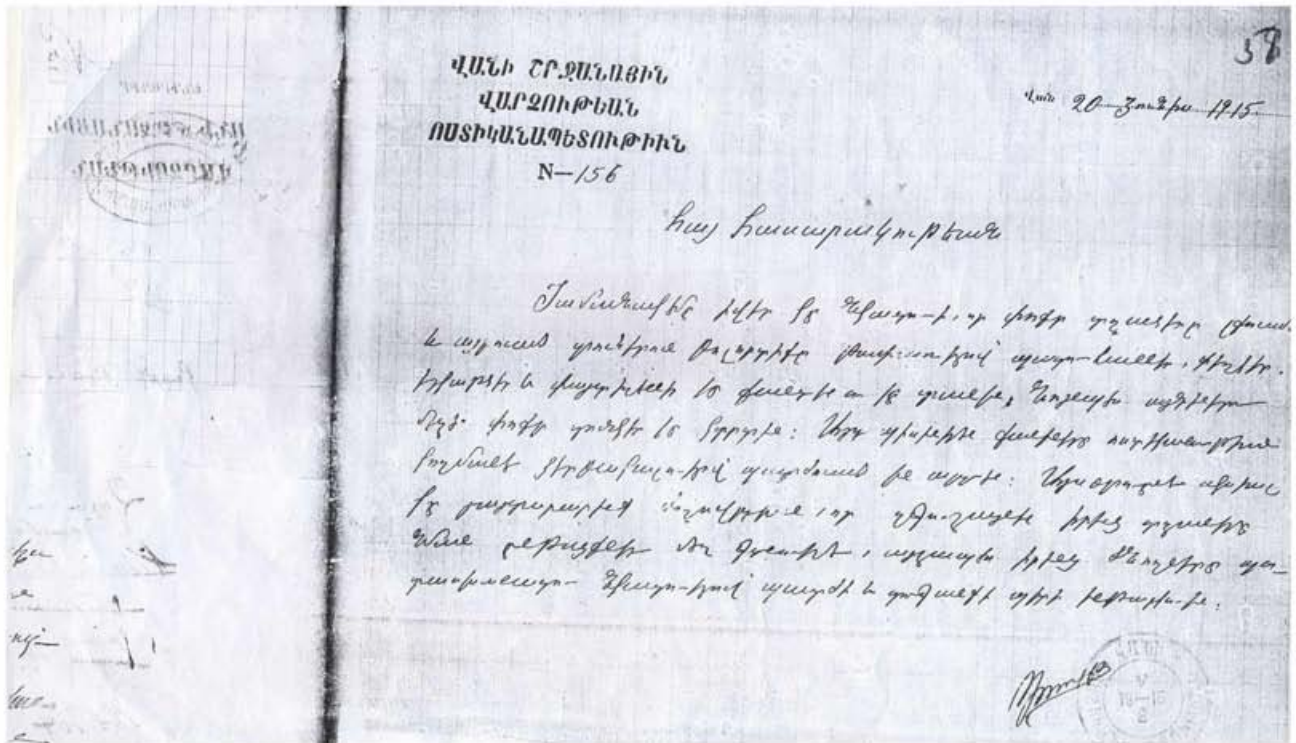
Բնակչության շրջանում ոստիկանությունն իրականացնում էր հանցագործությունների կանխարգելման աշխատանքներ: Այսպես՝ երբ Վան քաղաքում հաճախակի դարձան լքված և ավերված տների դռների և պատուհանների փեղկերի՝ անչափահասների կողմից կատարվող հափշտակությունները, ինչպես նաև տնկիների հատումը, ոստիկանությունը հանդես եկավ հայտարարությամբ: Հունիսի 20-ին ոստիկանապետ Դ. Փափագյանը, դիմելով համաքաղաքացիներին, նախազգուշացնում է, որ նման դեպքերում պատասխանատվության են ենթարկվելու երեխաների ծնողները:

Հայկական ոստիկանությունը պաշտպանում էր ոչ միայն հայ, ասորի, եզդի, այլև թուրք և քուրդ խաղաղ բնակչության քաղաքացիական իրավունքները, անձը և գույքը: Երբ օսմանյան զորքը և քրդական ջոկատները հեռացան Վանից, քաղաքի մահմեդական թաղամասում մնացել էին յուրաքանչյուրի կողմից լքված թուրք և քուրդ կանայք ու երեխաներ: Օսմանյան տիրապետության տակ դարեր տառապած և ջարդերից

փրկված հայերն իրենց համաքաղաքացիների նկատմամբ որևէ բռնություն չգործադրեցին: Ավելին՝ հայ մարտիկները նրանց բոլորին հավաքեցին և հանձնեցին ամերիկյան և շվեյցարական (գերմանական) միսիոներներին: Մայիսի 20-ին գեներալ Ա. Նիկոլանը հրամայեց իր ջոկատին հանձնված և պատանդ վերցված բոլոր թուրքերին և քրդերին տեղավորել շվեյցարական և ամերիկյան միսիոներական հաստատություններում:

Վանի նահանգում տեղի ունեցած մարտական գործողությունների ընթացքում ռուսներին էին հանձնվել մեծ թվով քրդեր, հիմնականում կանայք, երեխաներ և ծերունիներ: Ռուսական հրամանատարությունը, տեսնելով վանեցիների մարդկային վերաբերմունքը մահմեդական բնակչության նկատմամբ, որոշում է ազատ արձակել նաև վերը նշված քրդերին և ուղարկել իրենց բնակավայրերը:

1915 թ. մայիսի 22-ին գեներալ Ա. Նիկոլանը Ա. Մանուկյանին ուղղված թիվ 34 հրամանով հայտնում է ընդունված որոշման մասին և պահանջում է հայ բնակչությանը տեղեկացնել քրդերի ազատ արձակման մասին: Հրամանում թվարկվում են այն բնակավայրերը, որտեղ պետք է բնակվեին քրդերը: Գեներալը հայտնում է, որ քրդե-



որը խստագոյնս զգուշացվել են, որ ցանկացած հակաօրինական գործողության դեպքում նրանց պատանդները մահապատժի կենթարկվեն, իսկ գյուղերը կոչնչացվեն: Քրդերի կյանքի և գույքի պատասխանատուն համարվում է նահանգապետ Ա. Մանուկյանը: Գեներալը միաժամանակ տեղեկացնում է, որ հունիսի 23-ից թույլատրվելու է միսիոներների մոտ ապաստանած թուրք և քուրդ կանանց ու երեխաներին վերադառնալ իրենց տները:

Այս հրամանը միանշանակ չի ընդունվում Արամի կողմից: Հունիսի 25-ին նահանգապետը պաշտոնապես դիմում է Կովկասյան բանակի հրամանատար, գեներալ Ն. Յուդենիչին, IV բանակային կորպուսի հրամանատար, գեներալ Պ. Օգանովսկուն և Բայազետի ջոկատի հրամանատար, գեներալ Ա. Նիկոլանին: Արամը սկզբունքորեն դեմ չէր քաղաքացիական բնակչության ազատ արձակմանը, սակայն ռուս բարձրաստիճան զինվորականների ուշադրությունը հրավիրում էր մի քանի կարևոր հիմնախնդիրների վրա.

1. Ռազմագերիների թվում կան մարդիկ, որոնք մասնակցել են հայ բնակչության զանգվածային կոտորածներին:
2. Մասնակցել են ռուսական բանակի դեմ մղված մարտական գործողություններին:
3. Հանձնվել են, որովհետև պարենի խիստ կարիք ունեն:
4. Սպառազեն և զենք կրելու ընդունակ տղամարդկանց ճնշող մեծամասնությունը շարունակում է մնալ լեռներում:
5. Ռուսներին են հանձնել հին և անսարք զենքը:
6. Քրդերին թույլատրելով բնակվել թիկունքում՝ ռուսները վտանգում են Վան-Ջուլֆա և Վան-Իգդիր ռազմավարական նշանակություն ունեցող ճանապարհները:

Ռուսական Պետական դոմայի պատգամավոր, նշանավոր քաղաքական, պետական և հասարակական գործիչ Պ. Միլյուկովը ևս քննադատեց ռուսական հրամանատարության վերը նշված որոշումը:

Այնուամենայնիվ, նահանգապետը ստիպված է լինում ենթարկվել հրամանին: Հունի-

սի 25-ին Ա. Մանուկյանը քաղաքային ոստիկանությանը հայտնում է գեներալ Ա. Նիկոլանի հրամանի բովանդակությունը և ազատ արձակված բնակչության կյանքի և գույքի անվտանգության ապահովումը դնում է ոստիկանության վրա: Նահանգապետի հրամանում մասնավորապես ասված էր. «Վան քաղաքի շրջանապետերի վրա են դնում այս կանանց (միսիոներական հաստատություններում ապաստանած-Ռ.Ս.) ապահովությունը՝ իրենց գույքը, հողերն ու ցանքերն ազատ տիրապետելու համար»:

Հունիսի 27-ին Վանի շրջանային վարչության ոստիկանապետությունը հատուկ կոչով դիմում է համաքաղաքացիներին՝ տեղեկացնելով գեներալ Նիկոլանի հունիսի 22-ի հրամանի մասին: Ոստիկանությունը հորդորում է հայրենակիցներին ցուցաբերել «Հայ (ըղնգծումը փաստաթղթին է- Ռ.Ս.) անվան վայել անհիշաչար և վեհանձն վերաբերմունք:

Կը փութամ հայտնել նաև, որ այս հայտարարության անսա-



ցողները կենթարկվեն ամենախիստ պատժի և պատասխանատվության»:

Ռուսական հրամանատարության «մեղմ» վերաբերմունքի արդյունքը երկար սպասեցնել չտվեց: Հուլիսի 8-ին Գործոթի (Բերկրի Կալե) գավառակապետ Հակոբ Տեր-Գրիգորյանը տագնապով հայտնում է, որ Աբաղայի դաշտի 5-6 հայկական գյուղերի դրությունը շարունակում է մնալ վտանգված, քանի որ «անձնատուր եղած քրդերը հարձակումներ են գործում և տանում վերջին հացը»:

Այնուամենայնիվ, գեներալ Նիկոլանն արված բողոքների և միջամտությունների հիման վրա ստիպված էր հուլիսի 10-ին համաձայնվել՝ քրեական պատասխանատվության ենթարկել հայերի ջարդերին մասնակցած քրդերին: Նահանգային վարչությունը համապատասխան հանձնարարականներն է տալիս գավառապետներին՝ իրականացնել հետաքննություն և բացահայտել ոճրագործներին:

Յավոք, Վանի հայկական իշ-

խանությունը, այդ թվում նաև ոստիկանությունը, չհասցրին ամբողջությամբ ծավալվել և գործել: 1915 թ. հուլիսի կեսերից սկսած՝ ռուսական բանակն անսպասելիորեն, առանց որևէ հիմնավորված պատճառի, նահանջեց: Երկարատև պայքարի միջոցներից զուրկ վասպուրականցիները հարկադրված էին բռնել գաղթի ճանապարհը:

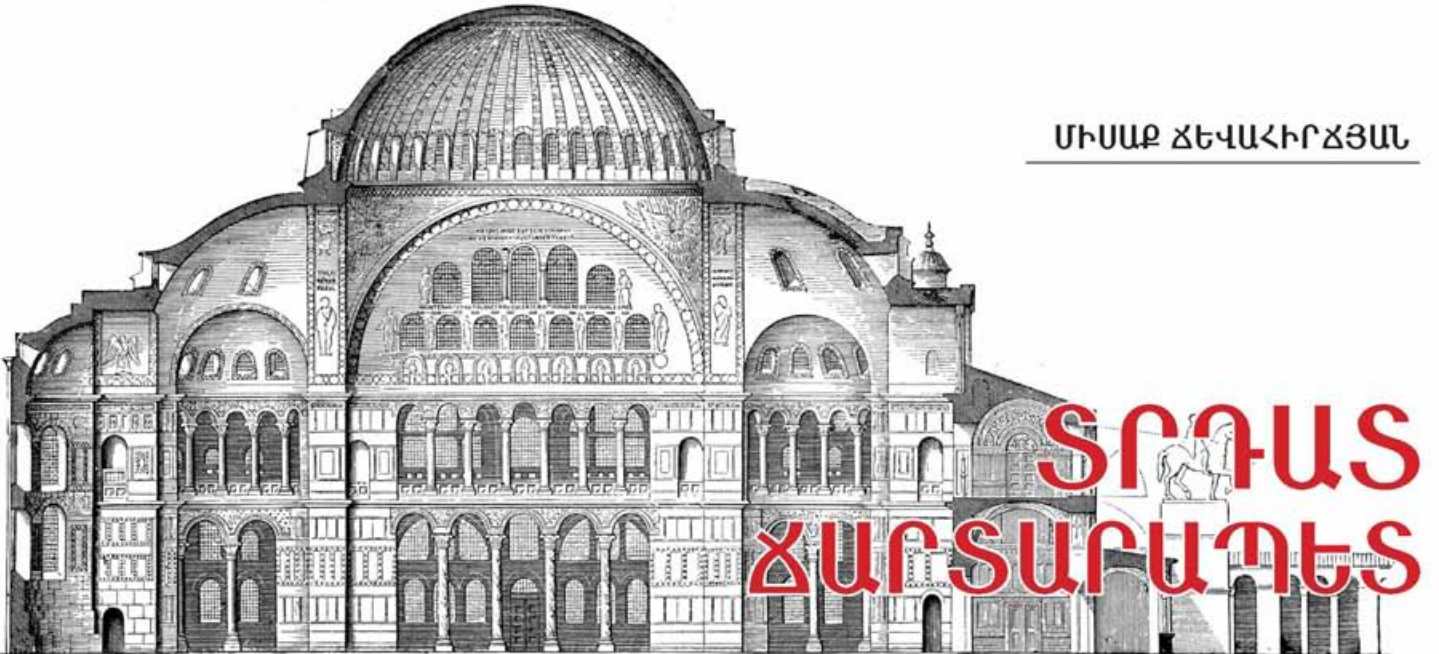
Հայկական իշխանության կարճատև գոյության ընթացքում բացահայտվեցին կառավարման և դատաիրավական համակարգի մի շարք խոշոր և մանր թերություններ: Դա հասկանալի էր: Հայերը չունեին պետական կառավարման անհրաժեշտ փորձ: Քիչ էին վարչական աշխատանքի հմտություն և երկարամյա փորձ ունեցող աստիճանավորները, որը հնարավոր էր լրացնել ժամանակի ընթացքում՝ հաշվի առնելով, որ Վասպուրականում կար անհրաժեշտ կրթություն ունեցող ներուժ: Դատելով նահանգապետության գործունեությունը լուսաբանող փաստաթղթերից՝ վարչական ամբողջ կառույցը,

այդ թվում նաև ոստիկանությունը, աստիճանաբար բարելավում էին իրենց աշխատանքները:

Վանի նահանգապետության, թեկուզ 70 օրյա կարճատև գործունեությունը եկավ ապացուցելու, որ նույնիսկ նման քանակությամբ մարդկային և նյութական կորուստներից հետո էլ հայությունն ի գորու էր ստեղծելու իշխանություն:

Վանի հայկական իշխանության և մասնավորապես ոստիկանության փորձն ապարդյուն չանցավ: Այն օգտագործվեց Ա. Մանուկյանի կողմից, երբ նա 1917 թ. վերջից գլխավորեց Երևանի Հայոց ազգային խորհուրդը, իսկ 1918 թ. հուլիսի 24-ից՝ Հայաստանի Հանրապետության ներքին գործերի նախարարությունը: ■

ՄԻՍԱԲ ՃԵՎԱՀԻՐՃՅԱԼ



Կոստանդնուպոլսի Սբ. Սոփիայի տաճարը կառուցվել է 532-537 թթ. ընթացքում Բյուզանդիայի Հուստինիանոս I կայսեր միջոցներով: Տաճարի ձարտարապետներն են եղել Անթեմիոս Տրալացին և Իսիդորոս Միլեթցին: Երկուսն էլ Լիդիայի երկրամասից: 989 թ. կործանարար երկրաշարժից փլվել էին տաճարի գմբեթի կեսը և շենքի արևմտյան մասը: Սբ. Սոփիայի գմբեթը առաջին անգամ փուլ էր եկել օծվելուց 20 տարի հետո, այսինքն՝ 557 թ.: Երկրորդ անգամ փուլ էր եկել 989 թ. երկրաշարժից: Ծենքն էլ ստացել էր մեծ ձեղքվածք վերից¹: Սբ. Սոփիայի տաճարը վերակառուցել է Տրդատ ձարտարապետը: Նա Հայաստանում կառուցել էր բազմաթիվ տաճարներ ու հասարակական կառույցներ: Սբ. Սոփիայի տաճարը վերակառուցել էր 989-992 թթ. ընթացքում: Կառուցել էր նաև Արգինայի Կաթողիկե եկեղեցին (973-977 թթ.), Անիի



Մայր տաճարը (989-1001թթ.), Գազկաշեն Գրիգոր Լուսավորիչ տաճարը (1001-1010 թթ.), Մարմաշենի գլխավոր եկեղեցին, նաև Անիի Սբ. Փրկիչ եկեղեցին, Հաղպատի Սբ. Նշան եկեղեցին և մյուսները²:

Սբ. Սոփիա տաճարը երկրաշարժից երկրորդ անգամ ավերվելուց հետո (985 թ.) Հայկական (Մակեդոնական) դինաստիայից Բյուզանդիայի Վասիլ II Բուլղարասպան կայսրը (976-1025 թթ.) ցանկացել էր շուտա-



փույթ վերակառուցել տաճարը և Կոստանդնուպոլիս էր հրավիրել ճանաչված ճարտարապետների: Սակայն նրանցից ոչ մեկը չէր ցանկացել ստանձնել այդ դժվարին և պատասխանատու գործը: Սբ. Սոֆիայի տաճարը չորս տարի խոնարհված մնալուց հետո

անեցի Տրդատ ճարտարապետը, 989թ. ստանձնելով դրա վերականգնման գործը՝ ավարտել էր 992 թ.: Տաղանդավոր և ստեղծագործ Տրդատ ճարտարապետի՝ Սբ. Սոֆիայի տաճարի ավերված շենքը և նրա գմբեթը վերականգնելու աշխատանքը ստացավ միջազգային ճանաչում, և նա իրեն հավերժացրեց ճարտարապետության պատմության մեջ:

Սբ. Սոֆիայի տաճարի բարձրությունը 56 մ է: Գմբեթի տրամագիծը 30,5 և 31,5 մ է: Կառուցված է մի հին մեհյանի տեղում: Կոստանդին I (324-337 թթ.) կայսրն այդ մեհյանի տեղում կառուցել էր փայտաշեն քրիստոնեական մի տաճար: Ահա այդ փայտաշեն տաճարն էր, որ 532 թ. հրկիզվել էր Կոստանդնուպոլսում տեղի ունեցած խռովությունների ժամանակ: Հուստինիանոս I (527-565 թթ.) կայսրն այդ խառնակ օրերին այրված փայտաշեն տաճարի տեղում կառուցել էր Սբ. Սոֆիայի հոյակապ տա-



ճար: Կառուցումն ավարտվելուց հետո Հուստինիանոսը քառաձի կառքով եկել էր տաճարի նավակատիքի տոնահանդեսին: Տեսնելով Սբ. Սոֆիայի տաճարի արտակարգ փառահեղությունը՝ բացականչել էր. «Փառք Տիրոջը, որ ինձ արժանի դարձրեց ի կատար ածել այս գործը: Սողուն՛ն, ես հաղթեցի քեզ»:

Տաճարի գմբեթի թմրուկն ավելացրել էր Տրդատ ճարտարապետը³: Եւ իրեն հավերժացնում էր նաև կառուցած





Եկեղեցիների վրա սեփական անունը փորագրելով: Օրինակ՝ Անիի Սբ. Փրկիչ եկեղեցու հարավային կողմի պատի վերին շարքերում արձանագրված է Տրդատ անունը՝:

Սակայն Կոստանդնուպոլսի Սբ. Սոֆիայի տաճարին իր դրած



անձնական նշանը գերազանցել էր այս ամենը: Նրա այդ արարքը 10 դար շարունակ մնացել է գաղտնի, անձեռնմխելի, անջնջելի և հայրենամկեր: Տաճարի արևելյան ձակատը երկայնական առանցքի նկատմամբ ունի 10¹⁰ աստիճան արհեստական շեղում՝ արևելք-հարավ-արևելք ուղղությամբ: Տաճարի այդ ձակատը շոշափող գծից ելնող ուղղահայացն ուղղված է դե-

պի հեռավոր Հայաստանի Անի մայրաքաղաքի մոտակա Արջո առիձ (Ալաջա, 2695 մ) լեռան, Անի մայրաքաղաքին և նվիրական Արագած (4090 մ) լեռան գագաթներին:

Տաճարի արևելյան ձակատի շեղությունն առաջացել է, հյուսիսային ձակատի պատը հարավայինի հետ համեմատած, աննշան չափով ավելի երկար լինելու պատճառով: Ինչպես հայտնի է, Կոստանդնուպոլսը նվիրական քաղաք էր: Աստվածների հաճությամբ և ցանկությամբ 11 տեղադրական

առանցքների ուղղություններ, 25 լեռների և բարձրությունների գագաթներից անցնելով, իրար են հանդիպել Կոստանդնուպոլսում:

Ճարտարապետ Տրդատը, բոլոր հանգամանքները նկատի ունենալով, Սբ. Սոֆիա տաճարի երկայնական առանցքն ուղղել էր իր ծննդավայրին, ինչպես ասվեց, Արջո առիձ լեռան գագաթին, հայոց մայրաքաղաք Անիին և

Արագած լեռան գագաթին: Քանի կանգուն կմնա տաճարը, հաստատուն կմնա նաև իր կնքածը: Ահա հազար տարի է, ինչ Տրդատ Ճարտարապետի գործն ու կնիքը մնացել են անսասան ու անմոռաց: Քաղաքակիրթ աշխարհը դեռ նոր պիտի ծանոթանա Տրդատ Ճարտարապետի կնիքի պարագային:

Բյուզանդական կայսրության ժամանակ դավանաբանական հարցերի շուրջ բանակցություններ վարելու նպատակով Կոստանդնուպոլսի ժամանած հայ պատվիրակները Սբ. Սոֆիա տաճարն էին մտել այն դռնից, որը հետագայում կոչվել էր «Հայոց դուռ» անունով:

Տաճարի ներսի պատերը ծածկված էին բարձրարվեստ խճանկարներով, որոնք ներկայացնում էին Բյուզանդիայի կայսրերին և սրբերին: Դրանցից մեկը պատկերում է Սբ. Գրիգոր Լուսավորչին:

1895 թ. Ավստրիայից երիտասարդ մի նկարիչ էր եկել Սբ. Սոֆիայի տաճար և երևացող բոլոր խճանկարները արտանկարել իր տետրի մեջ: Մի քանի օր անց կործանարար մի երկրա-





Մուստաֆա Քեմալ Աթաթուրքի հրամանով տաճարը վերածվեց թանգարանի: Այդ պատճառով մուլաներն Աթաթուրքին անվանել էին «գյավուր» (անհավատ): Մինչ օրս տաճարը թանգարան է, և մուտքը՝ վճարովի: Ոսկեզօծ



Մինչև XIX դարի վերջին թվականները Ար. Սոֆիա տաճարի արևմտյան ձախատի դիմաց գտնվող ծառագարդ փոքր հրապարակում մարդիկ էին կախում: Այժմ այդ տարածքում կառուցվում են ցածր գմբեթավոր, հարակից նոր շենքեր: Ար. Սոֆիա տաճարն էլ ներկել են բաց կարմիր գույնի ներկով:

Թուրքերը, լինելով սյուննի դավանանքի հետևորդներ, ունեն նվիրական քաղաք՝ Մեքքան: Այդ պատճառով աշխարհի բոլոր մզկիթների երկայնական առանցքներն ուղղված են լինում դեպի Մեքքա քաղաք: Իսկ քրիստոնյաների եկեղեցիների երկայնական առանցքներն ուղղված են լինում միշտ դեպի արևելք: Կոստանդնուպոլսի Ար. Սոֆիա տաճարը, լինելով քրիստոնեական պաշտամունքային կառույց, առանցքով ուղղված է դեպի արևելք: Երբ թուրքերը Ար. Սոֆիայի տաճարը վերածեցին մզկիթի, նրա առանցքը մնաց դեպի արևելք ուղղությամբ: Օրինավոր մզկիթ համարվելու համար տաճարի առանցքը պետք է թեքված լիներ դեպի հարավ-արևելք՝ 67° շեղությամբ: Դա մեծ տարբերություն էր և անհանդուրժելի բարեպաշտ մահմեդականնի համար: Ար. Սոֆիայի տաճարում աղոթող մահմեդա-

շարժ փլուզում է Կոստանդնուպոլսի պարիսպներն ու անհամար շինություններ: Այդ ընթացքում թափվում է նաև Ար. Սոֆիա տաճարի պատերի խճանկարների մի մասը:

Թուրքերը 1453 թ. մայիսին՝ Կոստանդնուպոլիսը գրավելուց հետո, Ար. Սոֆիա տաճարը վերածեցին մզկիթի: Ավելացվեցին 4 մինարետներ: Դրվեց մինբեր (minber) և կատարվեցին մզկիթին համապատասխան ինչ-ինչ փոփոխություններ: Ծեփով ծածկվեցին խճանկարները: Դրանց փոխարեն տեղ գտան արաբական խոշորատառ ասույթներ Դուրանից, և տաճարը կոչվեց «Այա Սոֆիա ջամիսի»: Որոշ ժամանակ անց հոյակապ տաճարը վերածվել էր թաղամասի մեծ աղբանոցի, ապա մաքրվելով շարունակվել էր որպես մզկիթ օգտագործվել: 1935թ. Թուրքիայի Հանրապետության հիմնադիր

արաբատառ և խոշոր վիմագրությունները Մուստաֆա Իզզեթ Էֆենդիի ձեռքի գործն են:

1204 թ. Խաչակրաց Գործող արշավանքի ժամանակ, Խաչակիրները մտան Բյուզանդական կայսրության Կոստանդնուպոլիս մայրաքաղաքը և գրավեցին այն: Երեք օր և երեք գիշեր կոտորեցին մայրաքաղաքի բնակչությանը: Նույն ժամանակ մեծ կողոպուտի ենթարկվեց քաղաքը: Անկարգություններին մասնակցում էին ոչ միայն խաչակիր ասպետները, այլև կաթոլիկ կրոնավորները: Այսպես հիմնվեց Լատինական կայսրությունը (1204-1261 թթ.):

Կողոպտվեց նաև Ար. Սոֆիա տաճարը: Մինչ 1204 թ. տաճարի դահլիճի հաստահեղույս սյուները ծածկված էին ոսկե թիթեղներով: Թալանի ժամանակ պղկվել էր 30 տոննա ոսկե թիթեղ: Դրա 10 տոննան մատուցվել էր պապին, որպեսզի նա չնզովի «Աստծո տունը» թալանողներին և նրանց մեղքերի թողություն տա: Այժմ Ար. Սոֆիա տաճարի սյունների վրա տեսնվում են ոսկե թիթեղները ամրացնող մետաղե անցքերը:





▶ կանները դեմքով ուղղվում էին դեպի արևելք և ոչ թե դեպի Մեքքա քաղաք: Այդ էր պատճառը, որ մի ժամանակ տաճարը վերածվեց աղբանոցի:

Առկա այդպիսի պայմաններում հնարավոր չէ շուտ տալ տաճարը և նրան տալ ցանկալի նոր ուղղություն: Ուստի տեղում նույն ուղղությամբ անշարժ է մնում Տրդատ Ճարտարապետի հորինած կնիքը:

Ծանոթագրություններ

¹ Թորոս Թորամանյան, Լյուբեր հայկական Ճարտարապետության պատմության, հտ. II, Երևան, 1948, էջ 42-44:

² Ս. Բարխուդարյան, Միջնադարյան հայ ճարտարապետներ և քարագործ վարպետներ, Երևան, 1963, էջ 35:

³ Թ. Թորամանյան, նշվ. աշխ., հտ. II, էջ 43:

⁴ Ս. Բարխուդարյան, նշվ. աշխ., էջ 36:

Ի ԴԵՊ...

ԳԱՂՏՆԻ ԴԱՄԲԱՐԱՆԸ ԿԱՍԿԱԾԻ ՏԱԿ Է ՂՆՈՒՄ ՀՈՈՄԻ ՀԻՄՆԱԴՐՄԱՆ ՄԱՍԻՆ ՀԻՆ ԱՌԱՍԴԵԼԸ *

Իտալացի հնագետների եզակի գյուտը կասկածի տակ է դնում այն հին առասպելը, որ Հռոմը հիմնադրել են Հռոմուլոս և Հոնոս եղբայրները: Լորությունների ANSA գործակալության համաձայն՝ Հռոմի հանրահայտ ֆորումի² տակ հայտնաբերվել է երեք հազարամյակի վաղեմության մի դամբարան, իսկ դա նշանակում է, որ Հավերժական քաղաքի հիմնադրման ժամկետները հետ են գնում մի քանի հարյուրամյակներով: Հնագետների կարծիքով հայտնաբերված գերեզմանն ընդամենը մասնիկն է մի մեծ գերեզմանատան, որը դեռ պետք է պեղվի:

Հռոմի հիմնադրման մասին առասպելը պատմում է, որ երկվորյակ եղբայրներ Հռոմուլոսն ու Հոնոսը, որոնց կերակրել էր գայլը, և դաստիարակել նրանց զամբյուղի մեջ գտած հովիվը, հիմնադրել են մի մեծ քաղաք, որի առաջին թագավորը դարձել է Հռոմուլոսը մ.թ.ա. 753թ.: Այս փաստը ընդունված էր բոլոր պատմաբանների կողմից և երկար ժամանակ կասկած չէր հարուցում: Սակայն իտալացի գիտնականների հայտանգործությունը ցնցեց գիտական ողջ աշխարհը: Այս փաստի մասին հաղորդագրությունը դարձավ իսկական սենսացիա, քանի որ նախնական հաշվարկներով պեղված դամբարանի տարիքը 3000 տարուց ավելի է, իսկ դա նշանակում է, որ այն կառուցվել է Հռոմեական կայսրության առաջացումից մի քանի դար առաջ:

* <http://www.inauka.ru/discovery/article61010>

² Հին Հռոմի գլխավոր քաղաքային իրապարակը՝ շուկան և քաղաքական կյանքի կենտրոնը: Թարգմ.

Ինչպես գրեթե բոլոր մեծ հայտնագործությունները, այս մեկն էլ է կատարվել բավական պատահական: Այսպես կոչված, «պլանային կարգով» հնագետները պեղումներ էին կատարում զբոսաշրջիկներին բավական շատ հետաքրքրող հին շուկայի տակ: Հանկարծ բացվեց դամբարանի պատը: Հայտնաբերված աճյունասափորը հիմք տվեց մտածելու, որ դամբարանը կարող է լինել մեծ գերեզմանատան մի մասը: Դեռ ավելին՝ իտալացի հնագետ Էուգենիո լա Ռոկկան «համոզված է, որ հետագա պեղումները կհայտնաբերեն բազմաթիվ այլ հանգստարաններ»: Նրա գործընկեր հնագետ Ալեքսանդրո Դոլֆինոն հայտնաբերել է, որ դամբարանի տանիքը հայտնաբերվել է դամբարանից մի քանի մետր ներքև: Դոլֆինոյի կարծիքով՝ «հանգստարանները նախատեսված էին բարձրաստիճան անձանց կամ տեղի գյուղերի քրմերի համար»:

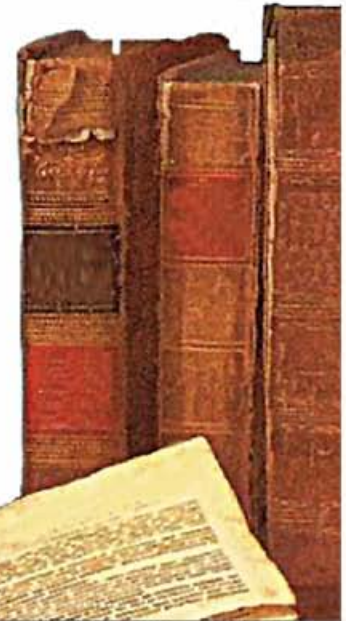
Աճյունասափորից բացի՝ հայտնաբերվել են տարբեր իրեր, որոնք հատուկ են մարդու կենսագործունեությանը: Սափորի կողքին գտել են զենքի, վահանների, սկահակների փոքրիկ պատճեններ, այլ իրեր, որոնք թույլ են տալիս դատել հանգուցյալի կենսակերպի մասին: Դամբարանը գտնվում է կայսերական ֆորումների շրջանում՝ ժամանակակից Հռոմի բուն կե նտրոնում, և վերագրվում է մոտավորապես մ.թ.ա. առաջին հազարամյակին: Այսպիսով՝ գերեզմանատունը հիմնած մարդիկ այս տարածքում ապրել են Հռոմի հիմնադրումից շատ առաջ:

Իտալացի գիտնականների հայտնագործությունը թույլ է տալիս ենթադրելու, որ կարող են գոյություն ունենալ այլ հին հուշարձաններ՝ կառուցված Հռոմի հիմնադրումից առաջ:

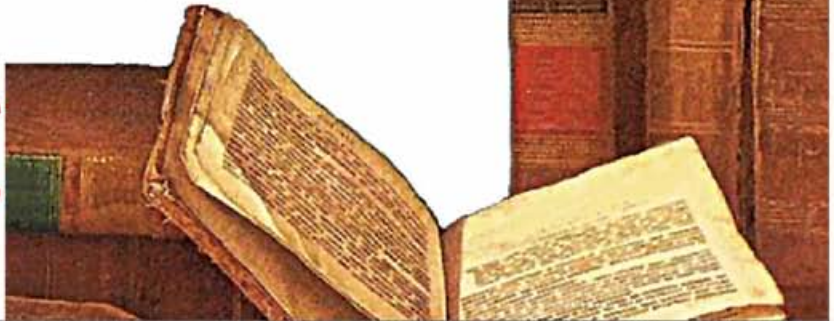


ՄԱՐՈՒՇ ՍԱՐԳՍՅԱՆ

«ՀՀ ԳԱՆ հիմնարար գիտական գրադարանի գիտական տեղեկատվության բաժնի մատենատենագիտության ենթաբաժնի վարիչ»



**ՎԱՉԵ ՍՄԲԱՏԻ
ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆ**
(1919 – 1998)



ՀՀ ԳԱՆ ակադեմիկոս, 1959-1967 թթ. ՀՍՍՀ Գերագույն խորհրդի նախագահության նախագահի տեղակալ, Մատենադարանի, ՀՀ ԳԱՆ Մ. Աբեղյանի անվ. գրականության ինստիտուտի տնօրեն, ԵՊՀ-ի գիտական աշխատանքների գծով պրոռեկտոր, 1978-1998 թթ. ՀՀ ԳԱՆ հիմնարար գիտական գրադարանի գրադարանային խորհրդի նախագահ և տնօրեն:

Պարգևատրվել է «Մարտական ծառայությունների համար», «Կուլկասի պաշտպանության համար» և մի շարք այլ մեդալներով, Հայրենական պատերազմի 2-րդ աստիճանի շքանշանով և հոբելյանական մեդալով, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ վաստակագրով:

Բանասիրական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, գիտության վաստակավոր գործիչ Վաչե Սմբատի Նալբանդյանը ծնվել է Նոր Բայազետ (այժմ՝ Գավառ) քաղաքում 1919 թ. փետրվարի 25-ին:

Ակադեմիկոս Նալբանդյանն իր երկարամյա եռանդուն գործունեության շնորհիվ ծանրակ-



շիռ ավանդ է ներդրել գրականագիտական մտքի զարգացման, հայագիտական աշխատանքների կազմակերպման ու խթանման, գիտամանկավարժական կադրերի պատրաստման գործում:

«Լրա հետազոտական գործունեության հիմնական բնագավառը հայ հին և միջնադարյան մատենագրությունն է՝ գրապատմական և գեղարվեստական բացառիկ նշանակություն ու-

նեցող հանգուցային խնդիրների արծարծմամբ»,- գրել է ակադեմիկոս Է. Մ. Զրբաշյանը:

Վ. Նալբանդյանը հեղինակ է 18 մենագրությունների, ավելի քան 100 գիտական հոդվածների, որոնք տպագրվել են հայրենական, միութենական և արտերկրյա պարբերականներում: Լրա գրքերը և հոդվածները թարգմանվել են տարբեր լեզուներով:»

► Եղիշեի, Գրիգոր Նարեկացու, Սայաթ-Նովայի ստեղծագործությունների քննությանը վերաբերող ուսումնասիրությունները, «Уроки армянской древности», հոդվածների ժողովածուն, «Մեսրոպ Մաշտոցի կյանքն ու գործը», «Վարդանանց պատերազմը և Դ. Դեմիրձյանի «Վարդանանքը», «Միջնադարի հայ տաղերգուներ», «Թբիլիսին հայ մատենագրության մեջ (սկզբից մինչև 18-րդ դարի վերջը)» մենագրությունները, «Մովսես Խորենացի. «Պատմություն հայոց» (1500-ամյակի առթիվ), «Ներսես Շնորհալու մահվան 800-ամյակի առթիվ», «Չորրորդ դարի հայ իրականությունը և Ստեփան Չորյանի պատմավեպերը» ծավալուն հոդվածները ակադեմիկոս Նալբանդյանի ջանադիր և խորքային որոնումների և պատմագիտական արժեքը կարևորելու ունակության վկայությունն են:

Վ. Նալբանդյանը մեծ հմտությամբ կարողանում էր գիտական աշխատանքը համատեղել պետական, վարչական, դասախոսական աշխատանքներին՝ ամենուր ապահովելով պատասխանատվություն, նվիրվածություն, պաշտոնյայի և ղեկավարի բարձր վարկանիշ:

1978-1998 թթ. Վաչե Նալբանդյանը Հայաստանի ԳԱԱ հիմնարար գիտական գրադարանի տնօրենն էր:

Քսան տարի նա պատասխանատվության մեծ զգացումով, հմտորեն ղեկավարեց Հայաստանի գիտության և գիտնականների համար մեծ արժեք և նշանակություն ունեցող այդ գիտամշակութային օջախը:

Ունենալով կազմակերպչական անուրանալի շնորհներ՝ նա ղեկավարի իր տաղանդը և մեծ փորձը շուրջըրեն ծառայեցնում էր մեր երկրի գիտությանը և գիտնականներին օգտակար լինելու շնորհակալ գործին:

Վ. Նալբանդյանն իր շուրջ



համախմբեց գրադարանի լավագույն մասնագետներին՝ ստեղծելով որակյալ աշխատակազմ, որոնց համատեղ աշխատանքի շնորհիվ ԳԱ հիմնարար գրադարանը առաջին կարգի գիտական գրադարանի կարգավիճակ ստացավ, այնուհետև վերանվանվեց ՀՀ ԳԱԱ հիմնարար գիտական գրադարան:

Վ. Նալբանդյանին հաջողվեց կայուն հիմքի վրա դնել նաև գրադարանի հրատարակչական աշխատանքները:

ՀՀ ԳԱԱ հրատարակությունների մատենագիտությունը լույս էր տեսնում ամեն տարի: Հրատարակվեցին թեմատիկ, երկրագիտական, տեղեկատվական բնույթի կարևոր մատենագիտություններ, ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոսների կենսամատենագիտությունների տասնյակ ցանկեր: Ուշադրության կենտրոնում ունենալով ընթերցողների՝ ժամանակին և անթերի սպասարկման գործը՝ Վ. Նալբանդյանը կարևորում էր մշակութային միջոցառումների կազմակերպումը, ապահովում էր հանրա-

պետության և միութենական գիտական գրադարանների հետ գիտամեթոդական կապը:

Անմոռաց է Վաչե Նալբանդյանը՝ որպես դասախոս, որպես ղեկավար, ամենակարևորը՝ որպես ուշադիր, սրտացավ մարդ, ով կարող էր լինել լավ խորհրդրդատու, հետաքրքիր զրուցակից, բարոյական նեցուկ: Նա այն մարդկանցից մեկն էր, ով իր ներկայությամբ ջերմություն և վստահություն էր ստեղծում իր շուրջը, հարգանք էր հաղորդում իր զբաղեցրած պաշտոնին:

2009 թ. փետրվարի 25-ին լրացավ վաստակաշատ գիտնականի ծննդյան 90-ամյակը:

ԳԱԱ Հիմնարար գիտական գրադարանում կազմակերպված հուշ-ցերեկոյթում գրադարանի տնօրեն Տիգրան Չարգարյանը, անդրադառնալով Վ. Նալբանդյանի գիտակազմակերպական գործունեությանը, կարևորեց ակադեմիկոսի ստեղծած կայուն ավանդույթները, որոնք հիմք են դարձել օգտակար և ուսանելի աշխատանքի: ■



Էդուարդ Ղազարյան

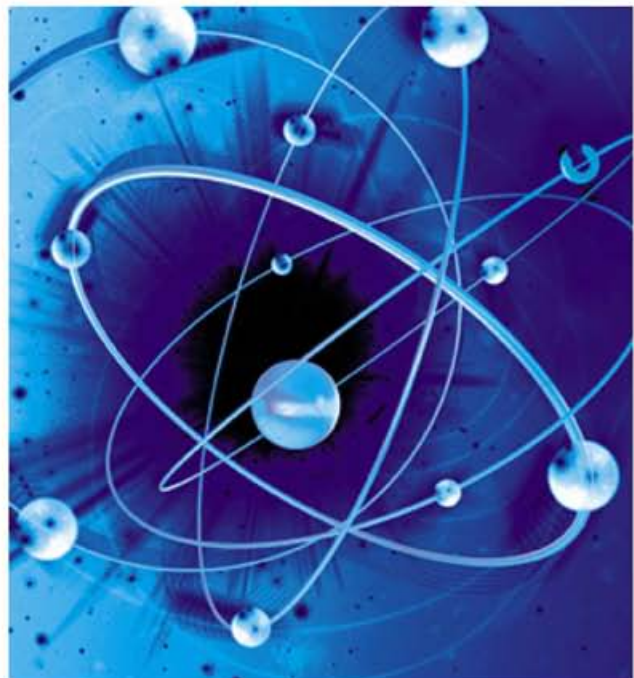
ՀՀ ԳԱԱ հիմնարար գիտական գրադարանի գիտական տեղեկատվության բաժնի մատենատենագիտության ենթաբաժնի վարիչ ակադեմիկոս «Գիտության աշխարհում» գ/հ գլխավոր խմբագիր

Սամվել Ավետիսյան

ՀՀ ԳԱԱ հիմնարար գիտական գրադարանի գիտական տեղեկատվության բաժնի մատենատենագիտության ենթաբաժնի վարիչ

ՀԻՄՆԱՐԱՐ ՀԱՍՏԱՏՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ԱՇԽԱՐՀԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՊԱՏԿԵՐԸ

Ինչպես հայտնի է, աշխարհի միասնական ֆիզիկական պատկերը սովորողների մեջ մատերիալիստական աշխարհայացքի ձևավորման և գիտական աշխարհընկալման հիմքերից է: Համաձայն վերջին տարիներին մեթոդական գրականության մեջ քննարկվող կարևոր դրույթներից մեկի՝ ուսուցման պրոցեսի առաջնահերթ խնդիրը ոչ միայն որոշակի ծավալով գիտական տեղեկատվության հաղորդումն է, այլև ժամանակակից գիտատեխնիկական մտածողության ձևի, այն է՝ աշակերտների մեջ տեսական ընդհանրացումներ անելու հմտության զարգացումը: Ժամանակակից դպրոցական դասագրքերում այդ խնդիրը երկրորդական պլան է մղված: Մինչդեռ աշխարհի միասնական ֆիզիկական պատկերի ընկալման հնարավորությունը պահանջում է ոչ այնքան ֆիզիկայի դասընթացն ուսումնասիրելու ընթացքում ձեռք բերած գիտելիքների մեխանիկական գումար, որքան մտածողության նոր ձև, ոչ միայն առանձին երևույթների և տեսությունների ուսումնասիրությունը»



► այլև նրանց միջև առկա կապերի և ընդհանուր հիմքերի պարզաբանում:

Հիմնարար հաստատությունները մեծապես օգնում են աշակերտներին՝ բավարար պատկերացում կազմելու աշխարհի միասնական ֆիզիկական պատկերի մասին: Դրանք արտահայտում են բնության ամենաընդհանուր ֆիզիկական օրինաչափությունները և ընկած են ժամանակակից բոլոր ֆիզիկական տեսությունների հիմքում: Սակայն դպրոցական դասագրքերի ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ հիմնարար հաստատությունների մասին սովորողներին տրվող գիտելիքները կցկտուր են և թերի: Դրանցում չեն բացահայտվում հիմնարար հաստատությունների կապը ֆիզիկական տեսությունների և, ընդհանրապես, աշխարհի ֆիզիկական պատկերի հետ:

Կարծում ենք, որ դպրոցական ծրագրի վերջում և հատկապես ավարտական դասարանում վերը նշված նկատառումներով անհրաժեշտ է հանգամանորեն ուսումնասիրել այդ կապը:

1. Ժամանակակից ֆիզիկայի ուրվագծային «քարտեզը»

Նշենք հիմնարար ֆիզիկական հաստատություններին բնորոշ հիմնական հատկանիշները: Յուրաքանչյուր հիմնարար հաստատուն՝

ա) որոշվում է փորձնական ճանապարհով,

բ) ընկած է հիմնարար ֆիզիկական տեսության հիմքում, որոշում է նրա կիրառելիության սահմանները և այն բնագավառներն ու տիրույթները, որոնցում պետք է սպասել նոր ֆիզիկական օրինաչափություններ,

գ) պահպանում է իր նշանակությունը նաև ավելի ընդհանուր ֆիզիկական տեսությունների անցնելիս:

Յուրաքանչյուր հիմնարար հաստատունի երևան գալն էապես խորացրել է ֆիզիկայի օրենքների և երևույթների մասին նախկին պատկերացումները: Ինչպես գիտենք, այս հաստատուններից պատմականորեն առաջինը տիեզերական ձգողության (գրավիտացիոն) հաստատունն է: Տիեզերական ձգողության ուժի բանաձևում այն՝ որպես գործակից, առաջադրել է Նյուտոնը՝ մարմինների միմյանց փոխադարձաբար ձգելու երևույթը քանակապես նկարագրելու համար: Գրավիտացիոն հաստատունը՝

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Ն} \cdot \text{մ}^2 / \text{կգ}^2: \quad (1)$$

G -ի փոքր արժեքով է պայմանավորված ձգողական ուժի չափազանց թույլ լինելը, որի հետևանքով էլ այն զգալի է դառնում միայն փոխազդող մարմինների կամ նրանցից գոնե մեկի բավականաչափ մեծ զանգվածի դեպքում:

Լույսի արագությունը վակուումում՝

$$c = 299792458 \text{ մ/վ}, \quad (2)$$

հաջորդ հիմնարար հաստատունն է: Այն մարմինների շարժման, ինչպես նաև որևէ ֆիզիկական փոխազդեցության կամ ազդանշանի տարածման արագության վերին սահմանն է: Լույսի արագությունը բնության մեջ գոյություն ունեցող միակ արագությունն է, որ կախված չէ հաշվարկման համակարգի ընտրությունից:

Մարմնի v արագության և լույսի արագության հարաբերությունը ցույց է տալիս, թե ֆիզիկական որ տեսության հետ գործ ունենք: Եթե $v/c \ll 1$, ապա կիրառելի է ոչ ռելյատիվիստական ֆիզիկան (նյուտոնյան մեխանիկան, դասական էլեկտրադինամիկան), իսկ երբ $v/c \approx 1$, գործում են ռելյատիվիստական ֆիզիկայի օրենքները:

Մյուս հիմնարար հաստատունը Պլանկի հաստատունն է՝

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Ջ. վ}: \quad (3)$$

Ավելի հաճախ օգտագործվում է $\hbar = h/2\pi = 1,055 \cdot 10^{-34} \text{ Ջ. վ}$ մեծությունը: Ֆիզիկայում Ջ. վ չափանություն ունի գործողություն կոչվող մեծությունը, որը սահմանվում է որպես մասնիկի իմպուլսի և խնդրում առկա բնութագրական երկարության արտադրյալ՝ $S = p \cdot r$:

Եթե մասնիկին բնորոշ S գործողությունը h -ի կարգի է, ապա դասական տեսությունն այլևս ճիշտ չի նկարագրում նրա վարքը: Ընդամենը, կարևոր է այն փաստը, որ S -ն ընդունում է ոչ թե կամայական, այլ ընդհատ՝ \hbar -ին բազմապատիկ արժեքներ, այսինքն՝ քվանտանում է: Այդ պայմաններում մասնիկների վարքը նկարագրվում է քվանտային տեսությամբ:

Նշենք, որ բոլոր այն դեպքերում, երբ $S \geq \hbar$ քվանտային օրինաչափությունները հանգում են դասականին:

Ատոմական համակարգերը նկարագրող քվանտային տեսությունը ենթադրում է, որ մասնիկների արագությունները դեռևս շատ փոքր են լույսի արագությունից ($v \ll c$): Լույսի արագությանը մոտ արագությունների տիրույթում ($v \approx c$) մասնիկների վարքը նկարագրվում է դաշտի քվանտային տեսության շրջանակներում, համաձայն որի մասնիկները կարող են փոխադարձաբար փոխակերպվել, ծնվել և ոչնչանալ: Այն տարրական մասնիկների վարքը նկարագրող առ այսօր գոյություն ունեցող ամենահիմնարար տեսությունն է:

Բացի վերը նշված G , c , h հաստատուններից հիմնարար հաստատուններ են նաև կայուն տարրական մասնիկների բնութագրիչները: Այդպիսիք են էլեկտրոնի լիցքը՝

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{կլ}, \quad (4)$$

որը փոքրագույն տարրական լիցքն է և արտահայտում է լիցքի ընդհատ բնույթը, ինչպես նաև էլեկտրոնի և պրոտոնի զանգվածները.

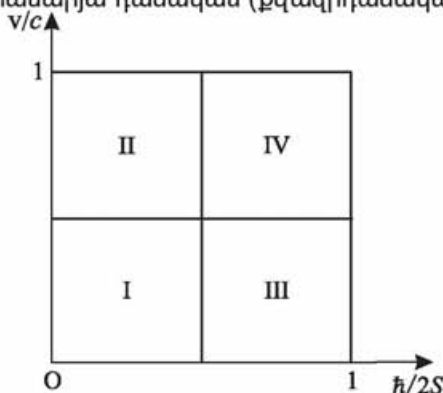
$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{կգ} \quad (4)$$

$$m_p = 1836,1 m_e$$

Ժամանակակից ֆիզիկայի ուրվագծային «քարտեզը» կարելի է պատկերել հետևյալ կերպ: Հորիզոնական առանցքի վրա նշենք $\hbar/2S$ հարաբերությունը, իսկ ուղղաձիգ առանցքի վրա՝ v/c հարաբերությունը: Քանի որ $0 < v/c \leq 1$ և $0 < \hbar/2S \leq 1$, ապա «քարտեզը» կգրադենցի 1×1 չափի մի քառակուսի: Եթե այն առանցքներին զուգահեռ ուղիղներով բաժանենք 4 մասի (նկ. 1), I տիրույթը (ավելի ճիշտ՝ նրա կոորդինատների սկզբնակետին մոտ փոքր մասը) կպատկանի դասական ֆիզիկային, որտեղ արագությունները չափազանց փոքր են լույսի արագությունից ($v \ll c$), և շարժումը դասական է ($S \gg \hbar$):

Վերին ձախ տիրույթը (II) վերաբերում է հարաբերականության հատուկ տեսությանը: Այն նկարագրում է մասնիկների դասական ($S \gg \hbar$) վարքը լույսի արագությանը մոտ արագությունների դեպքում: I տիրույթը մտնում է II-ի մեջ որպես նրա մասնավոր դեպք:

III տիրույթը վերաբերում է միկրոաշխարհի ֆիզիկային լույսի արագությունից փոքր արագությունների տիրույթում (ոչ ռելյատիվիստական քվանտային տեսություն): I տիրույթը ստացվում է որպես III-ի սահմանային դեպք՝ մեծ գործողությունների դեպքում ($S \gg \hbar$), երբ շարժումը համարյա դասական (քվադրատական) է:



Նկ.1

Վերջին IV, տիրույթը համապատասխանում է դաշտի քվանտային տեսությանը: Այն ամենաընդհանուրն է, իսկ մյուս երեք տիրույթները մտնում են նրա մեջ որպես մասնավոր, սահմանային դեպքեր:

2. Հափայնություն և բնական «միավորներ»

Սեզ շրջապատող աշխարհն իր բազմազանությամբ հանդերձ միասնական է: Մասնավորապես աշխարհի բաժանումը միկրո-, մակրո- և տիեզերական չափերի որոշ իմաստով պայմանական է: Սեզ շրջապատող աշխարհի միասնականությունը պահանջում է այն նկարագրող ֆիզիկական օրենքների փոխկապակցվածություն: Մասնավորապես պետք է կապեր լինեն տարբեր օրենքներում հանդես եկող ֆիզիկական հաստատունների միջև: Մյուս կողմից պետք է որոշակի առնչություններ լինեն ֆիզիկական հաստատունների և նկարագրվող երևույթների միջև:

Եթե հաստատունների միջև կապերի հայտնաբերումը, ըստ երևույթին, ապագա ֆիզիկայի ամենակարևոր հարցերից է լինելու, ապա ֆիզիկական հաստատունների թվային արժեքների և համապատասխան ֆիզիկական երևույթների, մասնավորապես բնության՝ մեզ հայտնի 4 հիմնարար փոխազդեցությունների կարևորագույն օրինաչափությունների մասին կարող ենք որոշակի դատողություններ անել՝ առանց դուրս գալու դպրոցական ծրագրի սահմաններից: Այդ նպատակով պարզենք տեսության մեջ մտնող ֆիզիկական մեծությունների չափայնությունները:

Ինչպես գիտենք, չափային վերլուծությունը հիմնված է այն պարզ փաստի վրա, որ ֆիզիկական որևէ պրոցես նկարագրող հավասարման աջ և ձախ մասերում պետք է լինեն նույն չափայնությունն ունեցող մեծություններ: Երբ տեսության մեջ մտնող չափայնություն ունեցող նույն մեծությունների քանակը քիչ է, հաճախ միայն այս պահանջը հնարավորություն է տալիս թվային գործակցի ճշտությամբ գտնել կապը ֆիզիկական մեծությունների միջև:

Ֆիզիկայի յուրաքանչյուր բնագավառում կարելի է հայտնաբերել մեծությունների չափման որոշակի «բնական» համակարգ: Ֆիզիկական մեծություններն այդ «բնական» միավորներով արտահայտելիս շատ մեծ կամ շատ փոքր արժեքներ չեն ընդունում: Օրինակ՝ $U < (SI)$ համակարգը հարմար է առօրյա կյանքում մակրոսկոպիկ մեծությունների հետ գործ ունենալիս: $U < (CGS)$ համակարգը հարմար է համեմատաբար ավելի փոքր օբյեկտների հետ գործ ունենալիս: Միկրոֆիզիկայում այս համակարգերի միավորները (կգ, գ, սմ, մ և այլն) «բնական» լինել չեն կարող: Նրանցով միկրոմարմինների պարամետրերն արտահայտելիս առաջանում են շատ մեծ կամ շատ փոքր գործակիցներ:

Միկրոֆիզիկայում «բնական» միավորներ են՝

1. զանգվածի համար՝ e էլեկտրոնի կամ պրոտոնի զանգվածը,
2. էլեկտրական լիցքի համար՝ տարրական լիցքը:

► Ելնելով այս միավորներից և օգտագործելով \hbar, c հաստատունները կարելի է կազմել նաև այլ ֆիզիկական մեծությունների «բնական» միավորներ: Որպես իմպուլսի միավոր կարելի է վերցնել $m_e c$ -ն, իսկ էներգիայի միավոր $m_e c^2$ -ն:

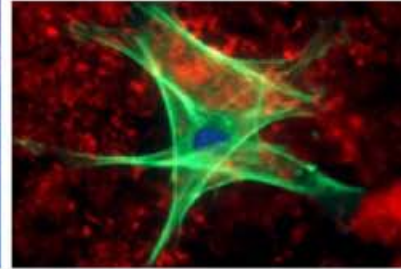
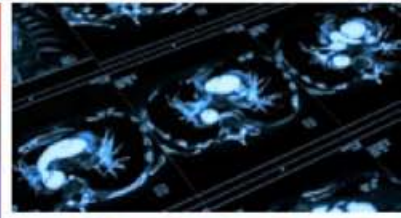
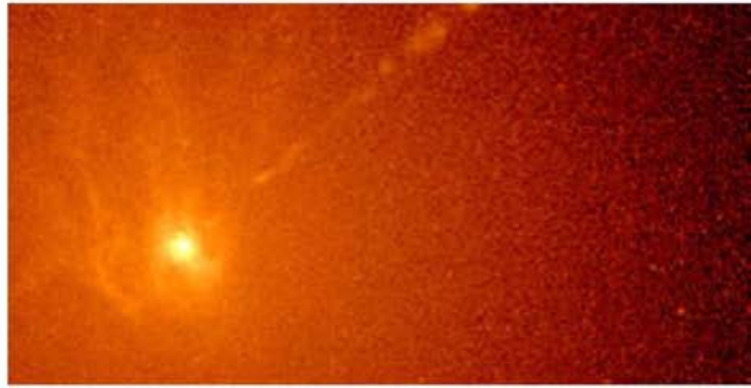
Պարզենք, թե հիմնարար հաստատունների օգնությամբ ինչպիսի «բնական» միավորներ կարելի է ստանալ երկարության, էներգիայի և ժամանակի համար ֆիզիկայի «քարտեզի» յուրաքանչյուր տիրույթում:

Էլեկտրոնի դասական շառավիղ: II տիրույթի մակրոռեյատիվիստական էլեկտրադինամիկայի համար երկարության չափայնություն ունեցող բնութագրական մեծություն է էլեկտրոնի դասական շառավիղը: Իսկապես, վերը նշված հիմնարար հաստատուններից \hbar -ն այդ տիրույթում դեր խաղալ չի կարող ($S \gg \hbar$): Մնում են e, m_e, c հաստատունները: Հետագա դատողություններում պարզության համար կօգտվենք (CGSE) համակարգից (SI համակարգին անցնելու համար CGSE-ում գրված արտահայտություններում պետք է e^2 -ն փոխարինվի SI-ում նրան համարժեք $e^2/4\pi\epsilon_0$ -ով): Քանի որ e^2 -ն չափայնությունը էրզ սմ է, իսկ $m_e c^2$ -ն բնութագրական էներգիա է և ունի էրգ-ի չափայնություն, ապա սմ չափայնություն կունենա՝

$$r_0 = \frac{e^2}{m_e c^2} = 2,8 \cdot 10^{-13} \text{ սմ} \quad (5)$$

մեծությունը, որը կոչվում է էլեկտրոնի դասական շառավիղ: Անվանումը ծագել է հետևյալ պատճառով: Պարզագույն մոդելում էլեկտրոնը դիտարկվում է որպես e լիցքով և r շառավիղով հավասարաչափ լիցքավորված գունդ: Այն իր շուրջն ստեղծում է էլեկտրաստատիկ դաշտ, որն օժտված է էներգիայով: Լիցքի և հեռավորության միջոցով կարելի է կազմել էներգիայի չափայնություն ունեցող միայն հետևյալ մեծությունը՝ $W \sim e^2/r$: Այնչտայնի $W = mc^2$ բանաձևի համաձայն՝ այս էներգիան համարժեք է որոշակի զանգվածի: Կարելի է ենթադրել, որ էլեկտրոնի զանգվածը բաղկացած է «ներքին», էլեկտրաստատիկ դաշտի հետ կապ չունեցող զանգվածից և էլեկտրամագնիսական բնույթի էլ զանգվածից: Եթե ենթադրենք, որ էլեկտրոնի ամբողջ զանգվածն էլեկտրամագնիսական բնույթի $m_{\text{էլ}} = W/c^2$, գործակցի ճշտությամբ կստանանք $e^2/r = m_e c^2$, որտեղից $r = r_0 = e^2/m_e c^2$ մեծությունը կլինի էլեկտրոնի դասական շառավիղը:

Էլեկտրոնին ավելի փոքր r շառավիղ վերագրելիս կստացվի դասական պատկերացումներին հակասող արդյունք (էլեկտրոնի m ներքին զանգվածը բացասական կդառնա):



Այսպիսով r_0 դասական շառավիղը սահմանափակում է այն տիրույթը, որտեղ այլևս չի կարելի էլեկտրոնը որպես լիցքավորված գնդիկ պատկերացնել: r_0 -ի կարգի և ավելի փոքր հեռավորությունների համար արդեն լիցքերի փոխազդեցության Կուլոնի օրենքի կիրառելիությունն ակնհայտ չէ: Հետագայում կտեսնենք, որ քվանտային էլեկտրադինամիկան ավելի խիստ է սահմանափակում այն տիրույթը, որտեղ Կուլոնի օրենքը կիրառելի է:

Ռորի շառավիղ: Վերադառնանք 1-ին նկարին և պարզենք, թե որ մեծությունն է բնութագրական հեռավորություն III տիրույթի ոչ ռեյատիվիստական քվանտային տեսության համար: Հասկանալի է, որ լույսի c արագությունը ($c = \infty$) չպետք է մտնի «բնութագրական հեռավորություն» արտահայտության մեջ: Մյուս կողմից՝ այս տիրույթում, $S \approx \hbar$ հետևաբար, պետք է օգտագործվի Պլանկի \hbar հաստատունը:

Որպես բնութագրական զանգված՝ կարելի է ընդունել ինչպես էլեկտրոնի, այնպես էլ պրոտոնի զանգվածը: Սակայն ատոմի միջուկի զանգվածը շատ մեծ է էլեկտրոնի զանգվածից, ուստի կարելի է առանց մեծ սխալի անտեսել միջուկի շարժումը և դիտարկել էլեկտրոնի շարժումը տարածության որևէ կետում սևեռված միջուկի էլեկտրական դաշտում: Այսպիսով III տիրույթում բնութագրական

զանգվածն էլեկտրոնի m_e զանգվածն է:

Բնականաբար, այդ տիրույթում պետք է կարևոր դեր խաղա նաև էլեկտրոնի e լիցքը՝ որպես էլեկտրական դաշտի հետ լիցքի փոխազդեցությունը բնութագրող մեծություն: Այսպիսով՝ մնում են m_e , \hbar , e հաստատունները, որոնցով կարելի է կազմել երկարության չափայնություն ունեցող միայն հետևյալ մեծությունը՝

$$a_0 = \frac{\hbar^2}{m_e \cdot e^2} = 5,29 \cdot 10^{-9} \text{ սմ:} \quad (6)$$

Նույն կերպ այս հաստատուններից կարելի է կազմել էներգիայի չափայնություն ունեցող հետևյալ մեծությունը՝

$$R = \frac{e^2}{2a_0} = \frac{m_e \cdot e^4}{2\hbar^2} = 13,6 \text{ էՎ:} \quad (7)$$

Կարելի է ենթադրել, որ ոչ ռեյատիվիստական քվանտային մեխանիկայում երկարություններ և էներգիաներ հաշվելիս կատարվեն a_0 -ի և R -ի կարգի մեծություններ: Իսկապես, քվանտային մեխանիկայի օգնությամբ կատարված հաշվարկը ցույց է տալիս, որ ջրածնի ատոմի հիմնական վիճակի շառավիղը և կապի էներգիան համընկնում են a_0 և R մեծություններին, իսկ մյուս ատոմների դեպքում նույն կարգի մեծություններ են: Այսպիսով՝ a_0 -ն և R -ն իսկապես ոչ ռեյատիվիստական քվանտային տեսության բնութագրական մեծություններ են:

Քոմփթոնյան ալիքի երկարություն: Ֆիզիկայի «քարտեզի» IV տիրույթում պետք է դեր խաղա ինչպես \hbar , այնպես էլ c հաստատունը ($V \approx c$, $S \approx \hbar$) Ուստի դաշտի քվանտային տեսությունում, մասնավորապես քվանտային էլեկտրադինամիկայում բնութագրական մեծություններ կարելի է կազմել m_e , e , \hbar , c հաստատուններից: Էներգիայի չափման «բնական» միավոր կլինի $m_e c^2$ -ն, իսկ իմպուլսինը՝ $m_e c$ -ն: Եթե հիշենք, որ \hbar հաստատունն ունի գործողության չափայնություն, որն իմպուլսի և երկարության արտադրյալ է, ապա երկարության չափայնություն ստանալու համար պետք է գործողությունը բաժանել իմպուլսի: Այսպիսիով՝

$$\lambda_e = \frac{\hbar}{m_e c} = 3,8 \cdot 10^{-11} \quad (8)$$

մեծությունը բնութագրական երկարություն է IV տիրույթի համար: λ_e -ն կոչվում է էլեկտրոնի **քոմփթոնյան ալիքի երկարություն**:

Քվանտային էլեկտրադինամիկայի բնութագրական λ_e երկարությունը և $m_e c^2$ էներգիան համեմատենք ոչ ռեյատիվիստական քվանտային տեսության a_0 և R բնութագրական հաստատունների հետ: Դժվար չէ համոզվել, որ

$$a_0 = \frac{\hbar^2}{m_e e^2} = \frac{\hbar}{m_e c} \cdot \frac{\hbar c}{e^2} = \frac{1}{\alpha} \cdot \lambda_e,$$

$$R = \frac{m_e \cdot e^4}{2\hbar^2} = \frac{e^4}{\hbar^2 c^2} \cdot \frac{m_e c^2}{2} =$$

$$= \left(\frac{e^2}{\hbar c} \right)^2 \cdot \frac{m_e c^2}{2} = \frac{\alpha^2}{2} \cdot m_e c^2:$$

Այստեղ a -ով նշանակված է $e^2/\hbar c$ հաստատունը, որը ժամանակակից ֆիզիկայի կարևորագույն հաստատուններից է և կոչվում է **նորր կառուցվածքի հաստատուն**. Նրա թվային արժեքը՝ $a = 1/137$:

Այսպիսով՝ ոչ ռեյատիվիստական քվանտային տեսության բնութագրական երկարությունն ավելի քան 100 անգամ մեծ է էլեկտրոնի քոմփթոնյան ալիքի երկարությունից, իսկ ատոմի կապի էներգիան մոտ 10000 անգամ փոքր է էլեկտրոնի հանգստի էներգիայից: Այսինքն՝ ատոմի մեծ չափեր և փոքր կապի էներգիա ունենալը պայմանավորված է a հաստատունի փոքր լինելով: Ո՞րն է դրա պատճառը: Պարզվում է, որ այն վերջին հաշվով պայմանավորված է ատոմի գոյությունն ապահովող փոխազդեցության էլեկտրամագնիսական փոխազդեցության համեմատաբար թույլ լինելով: Իսկապես, համեմատենք իրարից λ_e բնութագրական հեռավորությամբ երկու էլեկտրոնների վանողական փոխազդեցության e^2/λ_e էներգիան էլեկտրոնի հանգստի $m_e c^2$ էներգիայի հետ: Պարզվում է, որ նրանց հարաբերությունը նույնպես a է.

$$\frac{e^2}{\lambda_e \cdot m_e c^2} = \frac{e^2}{\frac{\hbar}{m_e c} \cdot m_e c^2} = \frac{e^2}{\hbar c} = \alpha$$

Այսպիսով՝ էլեկտրամագնիսական փոխազդեցությունը «թույլ» է, նրանով պայմանավորված էներգիան 137 անգամ փոքր է էլեկտրոնի հանգստի էներգիայից:

Քվանտային էլեկտրադինամիկայի մաթեմատիկական ապարատը հիմնված է այն փաստի վրա, որ a հաստատունը, փաստորեն, տարրական լիցքի քառակուսին է՝ «բնական» միավորներով, և բնութագրում է այն՝ անկախ չափման միավորների ընտրությունից ($a = 1/137$ -ն առ այսօր փորձնական հաստատուն է, և նրա այս արժեքն ընդունելը ոչ մի տեսական բացատրություն դեռևս չունի):

Մասնիկի քոմփթոնյան ալիքի երկարությունը հիմնարար նշանակություն ունի: Նրանով որոշվում է դաշտերի տարածական անհամասեռության այն մասշտաբը, որի դեպքում կարևոր են ռեյատիվիստական քվանտային երևույթները: Այսպես՝ եթե դի տարկենք էլեկտրամագնիսական ալիք,

որի երկարությունը (անհամասեռության չափը) էլեկտրոնի քոմպոնյան ալիքի երկարությունից փոքր է $\lambda < \lambda_e$ ապա այդ դաշտի քվանտի էներգիան մեծ կլինի էլեկտրոնի հանգստի $m_e c^2$ էներգիայից.

$$\varepsilon = \hbar\omega = \frac{\hbar c}{\lambda} > \frac{\hbar c}{\lambda_e} = m_e c^2$$

Այսպիսի դաշտերում կարևոր են դառնում էլեկտրոն-պոզիտրոն զույգի ծնման պրոցեսները, որոնք նկարագրվում են ռելյատիվիստական քվանտային տեսության շրջանակներում:

Պլանկի երկարություն: Դիտարկենք հիմնարար հաստատուններից կազմված վերջին մեծությունը, որն ունի երկարության չափայնություն: Դժվար չէ համոզվել, որ G -ի և \hbar -ի չափայնություններն են՝ $[G] = \text{սմ}^3/\text{գ} \cdot \text{վ}^2$ և $[\hbar] = \text{գ} \cdot \text{սմ}^2/\text{վ}$: Ուստի՝ $G \cdot \hbar$ -ը կունենա $(\text{սմ} \cdot \text{վ})^3 \cdot \text{սմ}^2$ չափայնություն, իսկ $\sqrt{G\hbar/c^3}$ -ը կունենա երկարության չափայնություն.

$$r_G = \sqrt{G\hbar/c^3} = 1,6 \cdot 10^{-33} \text{ սմ}: \quad (9)$$

r_G մեծությունը կոչվում է **Պլանկի երկարություն**: Այս հաստատունից հեշտությամբ ստացվում են զանգվածի և ժամանակի չափայնություն ունեցող հետևյալ մեծությունները՝

$$m_{\text{պլ}} = \sqrt{\hbar c/G} \approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ գ},$$

$$t_{\text{պլ}} = \frac{r_G}{c} \approx 10^{-43} \text{ վ}:$$

Այս մեծություններն առաջադրել է Պլանկը որպես երկարության, ժամանակի և զանգվածի չափման «բնական» միավորներ: Սկզբում այս մեծություններին որոշակի ֆիզիկական իմաստ չէին վերագրում: Նրանց ֆիզիկական իմաստ վերագրելը կապված է Այնշտայնի՝ հարաբերականության ընդհանուր տեսության ստեղծման և, մասնավորապես, գրավիտացիոն դաշտի քվանտացման խնդրի հետ:

Պարզվում է, որ այս մեծությունները ծագում են ամեն անգամ, երբ քննարկվում են դասական (ոչ քվանտային) հարաբերականության ընդհանուր տեսության կիրառելիության սահմանները: Բորի քվանտացման կանխադրույթների օգնությամբ կարելի է համոզվել, որ այս մեծություններն իսկապես որոշում են երևույթների մասշտաբները քվանտային գրավիտացիայում: Իրոք, դիտարկենք գրավիտացիոն փոխազդեցությամբ իրար հետ կապված և r շառավիղ ունեցող ուղեծրով պտտվող, m զանգվածով երկու կետային մասնիկներից կազմված համակարգ: Ըստ դասական մեխանիկայի հիմնական օրենքի՝

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{m^2}{(2r)^2}: \quad (10)$$

Պահանջենք, որ այս համակարգը բավարարի Բորի քվանտացման պայմանը.

$$mvr + mvr = n \cdot \hbar (n = 1, 2, 3, \dots): \quad (11)$$

Պարզելու համար, թե r -ի և m -ի ինչ արժեքների դեպքում են քվանտային և ռելյատիվիստական երևույթները կարևորվում այս համակարգում, պահանջենք, որ n -ը լինի փոքր ($n = 1$), իսկ v -ն մոտ լինի c -ին ($v \approx c$):

Այս պայմանների դեպքում (10) և (11) բանաձևերից կստանանք՝

$$r \approx \sqrt{\hbar G/c^3} = r_G,$$

$$m \approx \sqrt{\hbar G/c^3} = m_{\text{պլ}}:$$

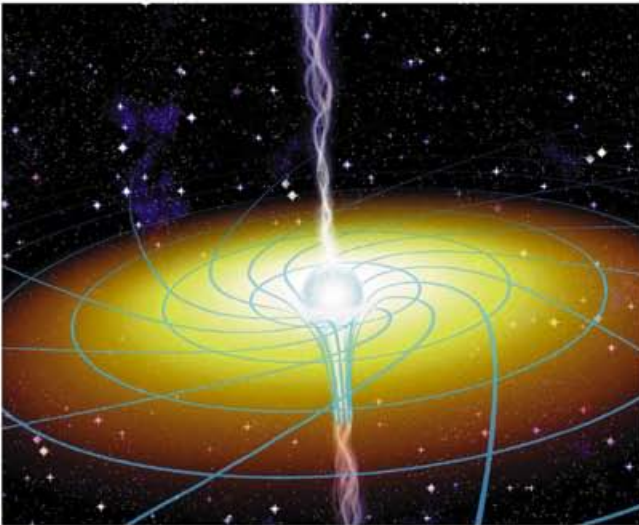
Այսպիսով՝ քվանտային գրավիտացիայի տիրույթում r -ն և m -ն այդ մեծությունների Պլանկի արժեքների կարգի են: Պլանկի r_G երկարությունը ժամանակակից ֆիզիկայում քննարկվում է մի քանի տեսանկյունից.

1) որպես այն տարածական տիրույթի չափ, որտեղ պետք է գործեն քվանտային գրավիտացիայի օրինաչափությունները,

2) որպես «հիմնարար» երկարություն (կամ տարրական երկարություն):

Ուշագրավ է վերջին հասկացությունը: Ժամանակակից ֆիզիկական հիմնված է այն պատկերացումների վրա, որ տարածությունը և ժամանակը, որոնց շրջանակներում նկարագրվում են բնության մեր հայտնաբերած օրենքները, անսահմանափակորեն բաժանելի են, փոքր մասշտաբներում ոչ մի «հատիկավոր», ընդհատ կառուցվածք չունենք: Համենայն դեպս, առ այսօր նման ընդհատությունը հաստատող ոչ մի փորձնական փաստ չկա: Ընդհակառակը, փորձնականորեն հետազոտված ամենափոքր մասշտաբներում ($r \approx 10^{-16}$ սմ և $t \approx 10^{-26}$ վ) տարածությունը և ժամանակը միանգամայն հարթ են և անընդհատ:

Սակայն հիմքեր չկան նաև պնդելու, որ շատ ավելի փոքր մասշտաբներում տարածությունը և ժամանակն ընդհատություն չեն դրսևորի: Այս հարցը քննարկել են դեռևս 30-ական թվականներին Վիկտոր Համբարձումյանը, Դմիտրի Իվանենկոն, Վերներ Հայզենբերգը և հետագայում մի խումբ այլ ֆիզիկոսներ: Համաձայն այդ պատկերացումների՝ գոյություն ունի երկարության չափայնություն ունեցող հիմնարար l հաստատուն, որը որոշում է ժամանակակից ֆիզիկական պատկերացումների, այսինքն հարաբերականության տեսության, քվանտային մեխանիկայի և պատճառականության սկզբունքի



կիրառելիության սահմանները: Այս l հաստատունի միջոցով են արտահայտվում ժամանակի, էներգիայի, իմպուլսի և մյուս ֆիզիկական մեծությունների մասշտաբները: $r < l$ չափերում $t < l/c$ ժամանակներում կամ $E > l/c$ էներգիաների տիրույթներում հավանական են ժամանակակից պատկերացումներին չհամապատասխանող նոր ֆիզիկական երևույթներ: Եթե իսկապես գոյություն ունի հիմնարար երկարություն, սպասելի է ևս մեկ «հեղափոխություն» ֆիզիկայում, ինչպես հարաբերականության և քվանտային տեսությունների ծագման ժամանակ:

Որպես հիմնարար երկարություն՝ տարբեր ժամանակներում քննարկվել են էլեկտրոնի, պրոտոնի, π մեզոնի, միջանկյալ վեկտորական W բոզոնի քոմփոնյան ալիքի երկարությունները՝ պայմանավորված ուժեղ, էլեկտրամագնիսական և թույլ փոխազդեցություններով: Սակայն այսօր, գոյություն ունեցող պատկերացումների համաձայն, դրանցից ոչ մեկը հիմնարար երկարության դեր չի կարող խաղալ:

Ամենայն հավանականությամբ, այդ հիմնարար երկարության դերը կկատարի l_G Պլանկի երկարությունը: Նշենք, որ Պլանկի ժամանակը ($t_{\text{պլ}} \approx 10^{-43}$ վ) նույնպես շատ կարևոր բնութագրական մեծություն է: Այսպիսի և ավելի փոքր ժամանակների համար ժամանակի մասին մեր պատկերացումները կարող են ճիշտ չլինել: Հնարավոր է, որ այդ տիրույթում ժամանակի գաղափարն իմաստազրկվի, մասնավորապես «մինչև» և «հետո» գաղափարները կորցնեն իրենց իմաստը, քանի որ դրանք ենթադրում են ժամանակի ընթացքի իմացություն: 10^{-43} վ ժամանակը որոշ տեսություններում կապվում է տիեզերքի ծնման և, այսպես կոչված, Մեծ պայթյունի հետ:

Այսպիսով՝ յուրաքանչյուր ֆիզիկական տեսության համար հիմնարար հաստատունների միջոցով կարելի է կազմել երկարության բնական

միավորներ: Մասնավորապես բնութագրական մեծություններ են տարրական մասնիկների (էլեկտրոնի, պրոտոնի, մեզոնի և այլն) քոմփոնյան ալիքի երկարությունները.

$$\lambda_e = \frac{\hbar}{m_e c} = 3,8 \cdot 10^{-13} \text{ մ}, \quad \lambda_p = \frac{\hbar}{m_p c} = 21,10^{-16} \text{ մ},$$

$$\lambda_\pi = \frac{\hbar}{m_\pi c} = 1,4 \cdot 10^{-15} \text{ մ}:$$

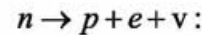
Ո՞րն է այս մեծությունների դերը աշխարհի ֆիզիկական պատկերում:

3. Վիրտուալ մասնիկներ՝ փոխազդեցության կրողներ

Բնության մեջ մեզ հայտնի փոխազդեցությունները բաժանվում են չորս հիմնարար տիպերի՝ ուժեղ, էլեկտրամագնիսական, թույլ և գրավիտացիոն:

Ինչպես գիտենք, ուժեղ փոխազդեցությունները գործում են տարրական մասնիկների **հաղորդներ** կոչվող դասի (պրոտոնների, նեյտրոնների, p մեզոնների և այլն) մասնիկների միջև և չորս հիմնարար փոխազդեցություններից ուժեղագույնն են:

Թույլ փոխազդեցության ինտենսիվությունը շատ փոքր է ուժեղ և էլեկտրամագնիսական փոխազդեցությունների ինտենսիվությունից, բայց շատ ուժեղ է գրավիտացիոնից: Նրանով են պայմանավորված մասնիկների մի շարք փոխադարձ փոխակերպումներն ու տրոհումները, օրինակ, նեյտրոնի տրոհումը.



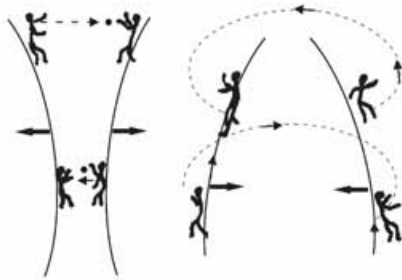
Չորս հիմնարար փոխազդեցությունները տարբերվում են ինչպես իրենց ինտենսիվությամբ, այնպես էլ փոխազդող մասնիկների հեռավորությունից կախվածությամբ: Եթե գրավիտացիոն և էլեկտրական փոխազդեցության ուժերը բավականաչափ դանդաղ են նվազում (հակադարձ համեմատական հեռավորության քառակուսուն), ապա ուժեղ և թույլ փոխազդեցության ուժերի կախումը հեռավորությունից անհամեմատ արագ է նվազում և հետևաբար ունի ազդեցության փոքր շառավիղ: Ուժեղ փոխազդեցությունների համար վերջինս 10^{-13} սմ կարգի է, իսկ թույլ փոխազդեցության ազդեցության շառավիղը չի գերազանցում 10^{-16} սմ-ը:

Պարզվում է, որ մասնիկների քոմփոնյան ալիքի երկարությունները սերտորեն առնչվում են հիմնարար փոխազդեցությունների ազդեցության շառավիղներին: Դրա պատճառը հետևյալն է:

Ժամանակակից ֆիզիկայում, համաձայն մեր ծագեցության սկզբունքի, մի մասնիկի անմիջական ազդեցությունը որոշակի հեռավորությամբ մյուս մասնիկի վրա բացառվում է: Մի մասնիկը մյուսի վրա ազդելու համար անհրաժեշտ է մի

Երրորդ մասնիկ (փոխազդեցությունը կրող մասնիկ, որն արձակվում է առաջինից և, հասնելով երկրորդին, ազդում նրա վրա. կլանվում է և հակառակը): Այսպիսով՝ մասնիկների միջև գործող ուժերը ծագում են երրորդ միջանկյալ մասնիկի փոխանակման հետևանքով: Այս երևույթն ավելի անկախտ պատկերացնելու համար համեմատենք այն առօրյա կյանքից վերցված մի օրինակի հետ:

Հետևենք սառցե հարթ հորիզոնական մակերևույթի վրա գնդակ խաղացող երկու չմշկորդների դիրքերին: Կնկատենք, որ նրանք իրարից աստիճանաբար հեռանում են (նկ. 2, ա): Պատճառը հասկանալի է. գնդակ նետողը ստանում է հետադարձ նույն իմպուլսը, ինչպիսին ինքը հաղորդել է գնդակին, իսկ գնդակ որսացողն էլ իր հերթին ստանում է որոշ իմպուլս և շարժվում դեպի հետ:



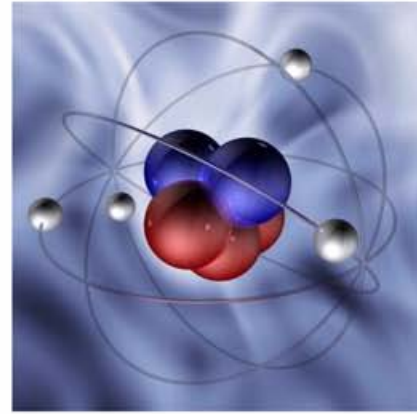
ա բ

Նկ. 2

Հեռվից այս տեսարանը դիտելիս գնդակը կարող ենք չնկատել, և մեզ կթվա, որ չմշկորդների միջև կա վանողական փոխազդեցություն: Այսպիսով՝ գնդակի փոխանակությունը չմշկորդների միջև համարժեք է վանողական փոխազդեցության առաջացմանը: Այլ պայմաններում, երբ նույն չմշկորդները, կանգնելով դեմքով հակառակ, իրար բումբերանգ են նետում, և վերջինս, պտտվելով կոր հետագծով, մի չմշկորդից հասնում է մյուսին, ապա այս դեպքում չմշկորդների ստացած իմպուլսներն այնպիսին են, որ նրանք աստիճանաբար մոտենում են (նկ. 2, բ), որը համարժեք է նրանց միջև փոխադարձ ձգողականության առաջացմանը:

Մասնիկների միջև ծագող փոխազդեցության տիպը և ազդեցության շառավիղը որոշվում է փոխանակվող մասնիկի տեսակով: Եթե փոխանակվող մասնիկի զանգվածը m է, այդ մասնիկն արձակելու համար անհրաժեշտ է առնվազն mc^2 էներգիա, որը ոչ մի տեղից չի վերցվում: Կարծեք թե հակասում է էներգիայի պահպանման օրենքին: Սակայն էներգիայի համար նույնպես գոյություն ունի Հայգենբերգի անորոշությունների առնչությունը, համաձայն որի՝ էներգիայի ΔE անորոշությունը և այդ էներգիայի չափման (կամ վիճակի տևողության) Δt ժամանակը կապված են

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar \tag{12}$$



առնչությամբ: Մեր քննարկած դեպքում մասնիկ արձակող մարմնի էներգիան անորոշ է $\Delta E \sim mc^2$ չափով: (12) առնչությամբ որոշվող $\Delta t \sim \hbar/\Delta E$ ժամանակամիջոցում մասնիկը կարող է ծնվել և ոչնչանալ (կլանվել)՝ չհակասելով էներգիայի պահպանման օրենքին: Բավականաչափ կարճ ժամանակում ծնվող, ապա կլանվող այդպիսի մասնիկները կոչվում են **վիրտուալ մասնիկներ**: Այն ամենամեծ հեռավորությունը, որը կարող է անցնել վիրտուալ մասնիկը, մինչև մյուս մասնիկից նորից կլանվելը՝

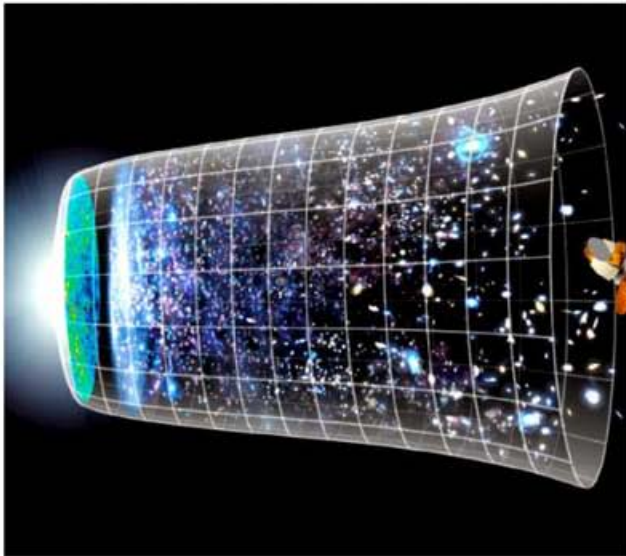
$$r = c\Delta t = c \cdot \frac{\hbar}{\Delta E} \sim \frac{\hbar c}{mc^2} = \frac{\hbar}{mc} = \lambda:$$

Ինչպես տեսնում ենք, երկու մասնիկների միջև գործող ուժերի ազդեցության r շառավիղը որոշվում է փոխանակվող մասնիկի քոմփոնյան ալիքի երկարությամբ:

Էլեկտրամագնիսական փոխազդեցությունն իրականացվում է էլեկտրամագնիսական դաշտի քվանտների՝ ֆոտոնների միջոցով, որոնց դադարի զանգվածը զրո է: Այդ պատճառով էլ այս փոխազդեցության շառավիղն անվերջ մեծ է:

Ելնելով այն բանից, որ տիեզերական ձգողության ուժերը նույնպես գործում են մեծ հեռավորությունների դեպքում, կարելի է պնդել, որ այդ ուժերը նույնպես իրականացվում են զրո դադարի զանգվածով ինչ-որ մասնիկի փոխանակման հետևանքով: Այդ մասնիկը ձգողական դաշտի քվանտն է կամ գրավիտոնը, որն առայժմ վարկածային՝ փորձով չհայտնաբերված մասնիկ է:

Ինչպես նշեցինք, ուժեղ փոխազդեցությունը կամ միջուկային ուժերն ունեն շատ փոքր (10^{-13} սմ կարգի) ազդեցության շառավիղ: Համաձայն վերը նշված պատկերացումների՝ այդպիսի շառավիղով ուժեր ստանալու համար փոխանակվող մասնիկի զանգվածը պետք է բավականաչափ մեծ լինի: 1935 թ. ճապոնացի ֆիզիկոս Յուկավան, ելնելով միջուկային ուժերի ազդեցության շառավիղի փորձնական տվյալներից, գնահատեց ուժեղ փոխազդեցությունն իրականացնող վիրտուալ մասնիկների



զանգվածը, որը մոտավորապես 7 անգամ փոքր է պրոտոնի զանգվածից: Պարզվեց, որ այդպիսի մասնիկներ իսկապես գոյություն ունեն, և դրանք դրական π մեզոններն են: Այսպիսով կարելի է համարել, որ միջուկային փոխազդեցությունն իրականացվում է π մեզոնների միջոցով, որոնք միջուկային դաշտի քվանտներն են: Ուժերի ազդեցության շառավիղը π մեզոնի քոմփոնյան ալիքի երկարության կարգի է.

$$\lambda_{\pi} = \frac{\hbar}{m_{\pi}c} = 1,4 \cdot 10^{-13} \text{ սմ:}$$

Փոխազդեցության ինտենսիվությունը որոշվում է g հաստատունով, որը միջուկային ուժերի համար նույն դերն է խաղում, ինչ e լիցքը՝ էլեկտրական փոխազդեցության դեպքում: Սակայն եթե էլեկտրամագնիսական փոխազդեցությունը բնութագրող $\alpha = e^2/\hbar c$ հաստատունը խիստ փոքր է մեկից, միջուկային ուժերի λ_{π} բնութագրական հեռավորություններում միջուկային ուժերն ավելի քան հարյուր անգամ հզոր են, քան էլեկտրամագնիսական ուժերը:

Թույլ փոխազդեցությունները շատ ավելի կարճ ազդեցության շառավիղով ուժեր են ($r \sim 10^{-16}$ սմ): Այդքան փոքր ազդեցության շառավիղի դեպքում այդ փոխազդեցությունը կարող է իրականացվել միայն բավականաչափ մեծ զանգվածով մասնիկների փոխանակման միջոցով: Իսկապես, քանի որ $r \sim \lambda_p = \hbar/mc$, փոխանակվող մասնիկի զանգվածի համար կստանանք $m \sim \hbar/rc$ գնահատականը, որտեղից կհետևի, որ այդպիսի մասնիկների զանգվածը պետք է մոտ 100 անգամ մեծ լինի պրոտոնի զանգվածից: Այդ վարկածային մասնիկներն անվանում են **միջանկյալ վեկտորական բոզոններ**: Դրանք երկար տարիներ փնտրվում էին, և միայն 1983 թ. ստացան հավաստի տվյալներ, որ միջանկյալ վեկ-

տորական W^+, W^-, Z^0 բոզոններն իսկապես գոյություն ունեն, իսկ նրանց զանգվածները մոտ են կանխագուշակված արժեքին:

Ընդհանրացնելով կարող ենք ասել, որ հիմնարար հաստատուններով որոշվող քոմփոնյան ալիքի երկարությունը որոշում է այն հեռավորությունը, որը կարող է անցնել վիրտուալ մասնիկը ծնվելու պահից մինչև կլանման պահը: Դրանով իսկ այն որոշում է տվյալ մասնիկի փոխանակման միջոցով իրականացվող փոխազդեցության տիրույթը:

Վերադառնալով Կուլոնի օրենքին՝ կարող ենք ասել, որ լիցքավորված մասնիկի շուրջն էլեկտրոնի $\lambda_e = \hbar/m_e c$ քոմփոնյան ալիքի երկարությամբ կարող են ինքնական ծնվել և ոչնչանալ էլեկտրոն-պոզիտրոնային զույգեր: Իսկապես, դրա համար անհրաժեշտ է $\Delta E \sim 2m_e c^2$ էներգիայի անորոշություն, որը թույլատրելի է $\Delta t \sim \hbar/\Delta E = \hbar/2m_e c^2$ ժամանակամիջոցում:

Այդ ժամանակամիջոցում զույգը կանցնի $r \sim ct \sim \lambda_e$ ճանապարհ: Այսպիսով՝ կետային լիցքի շուրջը λ_e քոմփոնյան ալիքի երկարության կարգի տիրույթում վակուումը, ինչպես ասում են, բևեռանում է, այն լիքն է էլեկտրոն-պոզիտրոն զույգերով: Ուստի՝ արդեն այդ հեռավորությունների դեպքում Կուլոնի օրենքը պետք է վերանայվի:

Նշենք, որ այս սահմանափակումն ավելի խիստ է, քան դասական էլեկտրադինամիկայի $r > r_0 = e^2/m_e c^2$ սահմանափակումը: Իսկապես,

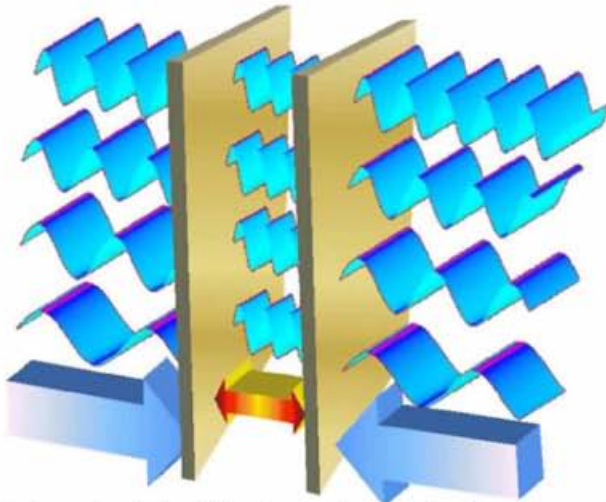
$$\lambda_e = \frac{\hbar}{m_e c} = \frac{\hbar c}{m_e c^2} = \frac{e^2}{m_e c^2} \cdot \frac{\hbar c}{e^2} \cdot \frac{r_0}{\alpha} = 137 r_0:$$

Սա նշանակում է, որ էլեկտրոնի դասական շառավիղից շատ ավելի մեծ հեռավորությունների դեպքում արդեն քվանտային մեխանիկական սահմանափակում է Կուլոնի օրենքի կիրառությունը:

Ավարտելով երկարության «բնական» միավորների քննարկումը՝ վերադառնանք պլանկյան մեծություններին և հիմնարար փոխազդեցությունների կապին:

3. Փոխազդեցությունների միավորում. կփոխվի՞ արդյոք ֆիզիկայի ապագա «քարտեզը»

$m_{\text{պլ}} \sqrt{\hbar c/G} \approx 2 \cdot 10^{-15}$ գ մեծությունը որոշում է զանգվածի այն չափը, որի դեպքում ի հայտ են գալիս ինչպես գրավիտացիոն, այնպես էլ քվանտային երևույթներ: $m_{\text{պլ}}$ -ից մեծ զանգվածով մակրոսկոպական մարմինների համար տիեզերական ձգողության տեսությունում քվանտային երևույթները կարելի է արհամարհել: Սակայն տարրական մասնիկների ֆիզիկայի տեսակետից այս զանգվածը՝



իսկայական է: Այն մոտավորապես հավասար է 10^{19} պրոտոնի հանգստի զանգվածին: Եթե տարրական մասնիկի էներգիան այնքան մեծ է, որ նրա ռելյատիվիստական $m = E/c^2$ զանգվածը Պլանկի զանգվածի կարգի է, այդ մասնիկի փոխազդեցությունները քննարկելիս տիեզերական ձգողության ազդեցությունը չի կարելի անտեսել:

Կարելի է պնդել, որ $E = m_{\text{ուլ}} c^2$ կարգի էներգիաների դեպքում գրավիտացիոն փոխազդեցությունը մասնիկների միջև ավելի ուժեղ է, քան մնացած տիպի փոխազդեցությունները: Պլանկի զանգվածը կարելի է հասկանալ նաև հետևյալ կերպ:

Համաձայն անորոշությունների առնչության $\Delta t \sim t_{\text{ուլ}} \sim 10^{-43}$ վ և $r \sim r_G \sim 10^{-33}$ սմ տարածաժամանակային միջակայքերում վակուումում կարող են ծնվել, ապա կլանվել Պլանկի զանգվածի կարգի զանգվածով մասնիկներ: Այս երևույթը կոչվում է **վակուումի ֆլուկտուացիա**: Բնական է, որ այդպիսի տիրույթներում կարևոր են ինչպես քվանտային, այնպես էլ գրավիտացիոն երևույթները:

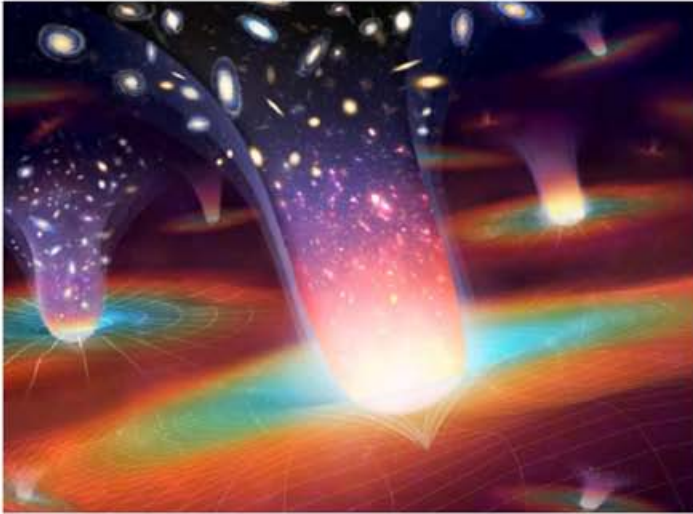
Բացի քվանտային գրավիտացիայի և կոսմոգոնիայի պրոբլեմներից՝ Պլանկի մեծությունները ներկայումս քննարկվում են նաև տարրական մասնիկների ֆիզիկայում: Ավելի է ամրապնդվում այն կարծիքը, որ Պլանկի մեծությունների կապը կոսմոգոնիայի, տարրական մասնիկների ֆիզիկայի և քվանտային գրավիտացիայի հետ հասկանալի կդառնա ֆիզիկայի թերևս մեծագույն պրոբլեմը լուծելուց հետո միայն, այն է՝ ստեղծել բոլոր հիմնարար փոխազդեցությունների միասնական (միավորյալ, միացյալ) տեսություն:

Բնության մեջ գոյություն ունեցող չորս հիմնարար փոխազդեցությունների միջև կապեր հայտնագործելու և դրանք միավորելու ձգտումը ծնվել է այդ փոխազդեցությունների հայտնագործման հետ զրեթե միաժամանակ: Այդպիսի ձգտման առաջին արտահայտությունը Մաքսվելի առաջադրած էլեկտրական և մագնիսական փոխազդեցությունների

միավորումն էր: Այնչտայնը նույնպես իր կյանքի վերջին տասնամյակները նվիրել էր էլեկտրամագնիսականությունը և գրավիտացիան միավորելու փորձերին: Սրանք միավորելու բնական ձգտումը հետևանք էր այն բանի, որ էլեկտրամագնիսականությունը կատարելապես նկարագրվում է Մաքսվելի հավասարումներով, իսկ գրավիտացիան՝ Այնշտայնի հարաբերականության ընդհանուր տեսությամբ: Սակայն պարզվեց, որ իրականում ամենադժվարն այս փոխազդեցությունները միավորելն է:

Տարրական մասնիկների ֆիզիկայում, համաձայն ժամանակակից պատկերացումների, փոխազդեցությունների միջև գոյություն ունի համաչափություն, որն ինքնաբերաբար խախտված կամ մոտավոր է, երբ մասնիկների էներգիաները բավականաչափ փոքր են: Մեծ էներգիաների տիրույթում խախտված համաչափությունը վերականգնվում է: Այսպես, օրինակ, էլեկտրամագնիսականությունը և թույլ փոխազդեցությունը, ըստ Սալամի և Վայնբերգի, նույն էլեկտրաթույլ փոխազդեցությունն են: Մոտավորապես $E \geq 100 m_p c^2$ էներգիաների տիրույթում (որը համապատասխանում է W^+, W^-, Z^0 մասնիկների հանգստի էներգիային), այս երկու փոխազդեցությունների ինտենսիվությունները հա-



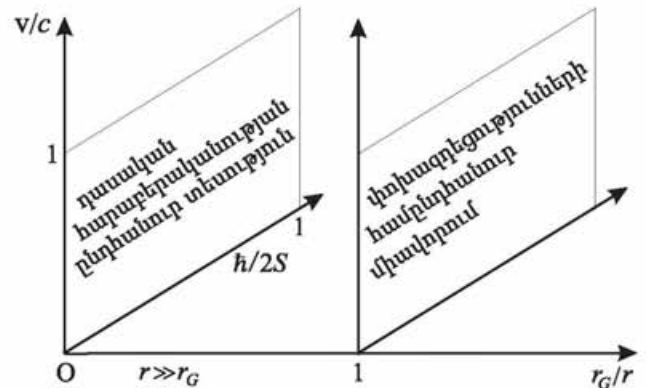


վասարվում են, համաչափությունը վերականգնվում է, իսկ «առօրյա» կյանքում, այսինքն՝ ավելի փոքր էներգիաների տիրույթում ծագում են էական տարբերություններ, մասնավորապես էպես տարբերվում են նրանց ազդման շառավիղները: Մի շարք ֆիզիկոսներ առաջարկել են այն վարկածը, որ էլ ավելի բարձր էներգիաների տիրույթում էլեկտրաթույլ փոխազդեցությունը միավորվում է ուժեղ փոխազդեցության հետ: Առաջարկվել են այդպիսի միավորման տարբեր հնարավորություններ, որոնք հայտնի են «Մեծ միավորման տեսություն» անունով: Այն ենթադրում է, որ չափազանց մեծ $E \sim 10^{15} m_p c^2$, էներգիաների տիրույթում մասնիկների միջև ուժեղ էլեկտրամագնիսական և թույլ փոխազդեցությունների ինտենսիվությունները կդառնան նույն կարգի: Այդ փոխազդեցությունն իրականացնող վարկածային մասնիկները, որոնք W^+, W^-, Z^0 միջանկյալ վեկտորական բոզոններին համանման մասնիկներ են, պետք է ունենան $m \sim 10^{15} m_p$ զանգված: Այս զանգվածին համապատասխան էներգիայով մասնիկներ ծնելու համար, եթե կառուցվեր ներկայումս գործող արագացուցիչների սկզբունքով աշխատող արագացուցիչ, այն կծգվեր Երկիր մոլորակից մինչև մոտակա աստղերը: Հնարավոր է, որ ավելի մեծ էներգիաների տիրույթում էլեկտրաթույլ և ուժեղ փոխազդեցությունների հետ միավորվի նաև տիեզերական ձգողությունը: Այդպիսի միավորման հնարավորություններից մեկն արդեն գոյություն ունեցող «գերգրավիտացիայի» («սուպերգրավիտացիա») տեսությունն է: Ենթադրվում է, որ այդ համընդհանուր միավորումը տեղի կունենա այնպիսի էներգիաների տիրույթում, երբ կարևոր կդառնան քվանտային գրավիտացիայի երևույթները, այն է՝ $E \sim 10^{19} m_p c^2 \sim m_{\text{պլ}} \cdot c^2$ տիրույթում: Սա նշանակում է, որ $r \sim r_G \approx 10^{-33}$ սմ հեռավորությունների և $m \sim m_{\text{պլ}} \sim 10^{19} m_p$ զանգվածին

համապատասխան էներգիաների տիրույթում բոլոր փոխազդեցությունները միավորվում են:

Վերադառնալով ֆիզիկական տեսությունների կապերը պատկերող 1-ին նկարին՝ կարող ենք պնդել, որ այնտեղ առաջանում է, կարծեք թե, երրորդ չափումը:

3-րդ նկարում $r \gg r_G = 10^{-33}$ սմ տիրույթը համապատասխանում է դասական հարաբերականության ընդհանուր տեսությանը, իսկ $r \sim r_G$ -ում ի հայտ են գալիս քվանտային գրավիտացիան և փոխազդեցությունների համընդհանուր միավորումը:



Նկ. 3

Ավարտելով հիմնարար հաստատումների մասին այս հոդվածը՝ նշենք նաև այն կարևոր հարցը, թե հիմնարար հաստատումներից քանիսն են անկախ: Ինչպես տեսանք, \hbar, c, e հաստատումները կապված էին $\alpha = e^2/\hbar c = 1/137$ առնչությամբ: Առայժմ բացատրելի չէ, թե ինչու α -ն հատկապես այդ արժեքն է ընդունում, սակայն, հավանաբար, ապագա տեսություններում այս կապը կբացահայտվի: Դրա օրենքները կգործեն միայն $\alpha = 1/137$ արժեքի դեպքում: Դիրակը կարծում էր, որ այս երեք հաստատումներից հիմնարար կլինեն միայն c -ն և e -ն, իսկ \hbar -ը՝ ածանցյալ: Վերջին փաստը կփոխի մեր պատկերացումները քվանտային մեխանիկայի, մասնավորապես Հայզենբերգի անորոշությունների առնչության մասին: Հնարավոր է, որ այս պրոբլեմի լուծումը նույնպես առնչվի r_G բնութագրական երկարությանը: Հիմնարար մեծությունների միջև ներքին կապի հայտնաբերումը հավանաբար կհանգեցնի բնության միասնական նկարագրության՝ առանց նրա բաժանման միկրոաշխարհի և մակրոաշխարհի: ■

«Մաթեմատիկական և ֆիզիկական դպրոցում»,
1986, № 6: 1987, № 1

(սկիզբը՝ «Գիտության աշխարհում», 2009, N 1)



ՏԵՄԵԼ ԵՎ ՉՍՓԵԼ

ՏԵՄԵԼ

Արդիք հնարավոր է սեփական աչքերով տեսնել նանոաշխարհը: Այո, բայց դրա համար հարկավոր են բարդագույն սարքավորումներ: Դրանք ստեղծվել են ոչ այնքան վաղուց, իսկ գյուտարարները դարձել են Նոբելյան մրցանակի դափնեկիրներ:

Առաջին մանրադիտակը ստեղծել են հոլանդացի օպտիկները դեռևս XVI դարում: Սակայն ոսպնյակների և հայելիների օգնությամբ հնարավոր չէ տեսնել 400 նանոմետրից փոքր չափեր ունեցող դետալներ. դա արգելում է լույսի ֆիզիկան: Ամենահզոր օպտիկական մանրադիտակը թույլ է տալիս խոշորացնել նմուշը 2000 անգամ, որը միանգամայն բավարար է մանրէ, կենդանի

բջջի կառուցվածքային տարրեր տեսնելու համար, բայց ոչ ավելի:

Գիտության մեջ հսկայական քայլ էր էլեկտրոնային մանրադիտակի հայտնագործումը 1931թ.: Այն «լուսավորում է» նմուշը էլեկտրոնների հոսքի միջոցով տեսանելի լույսի փոխարեն: Ժամանակակից էլեկտրոնային մանրադիտակները թույլ են տալիս խորացնել նմուշը 2 միլիոն անգամ: Այդպիսի սարքավորման օգնությամբ լավ երևում է նանոաշխարհը՝ վիրուսներ, մեծ և փոքր մոլեկուլներ, անգամ



ատոմներ:

Բայց սա էլ վերջը չէ: 1981 թ. երևան եկավ տեսաձրող թունելային մանրադիտակը: Այն ավելի մանրամասն է ներկայացնում նանոաշխարհը, ընդ որում, ծավալային պատկերմամբ: Որքան էլ տարօրինակ է, ֆոտոնների և էլեկտրոնների փոխարեն այստեղ աշխատում է հին բարի մեխանիկան, ձիշտ է՝ քվանտային էֆեկտների զուգակցմամբ: Այս մանրադիտակը, կարծես, շոշափում է ուսումնասիրվող նմուշը շատ նուրբ, ասեղի պես զոնդի օգնությամբ: Ընդամենը մի քանի ատոմ հաստությամբ ասեղի ծայրը շարժվում է նմուշի վերևում՝ նանոմետրի մի մասնիկի բարձրության վրա: Երբ նմուշի և ասեղի միջև լարում են գործադրում, գործում է քվանտային թունելային էֆեկտը՝ էլեկտրոնները մակերևույթից ցատկում են զոնդի վրա:

Եթե նման էֆեկտ գործեր սովորական տարածությունների աշխարհում, մենք կարող էինք անցնել աղյուսե պատի միջով՝ առանց վնասելու թե՛ մեզ, թե՛ պատը: Իսկ նանոաշխարհում հենց այդ էֆեկտի շնորհիվ ասեղի և նմուշի միջև առաջանում է շատ թույլ, բայց միանգամայն չափելի հոսանք: Այդ հոսանքի տատանումները թույլ են տալիս տեսնել մակերևույթի պատկերը, իսկ համակարգչային ծրագիրը

ճշտությամբ կառուցում է դրա եռաչափ քարտեզը. բարձրությունը կազմում է մինչև 0,01 նմ: Վերջապես, 1986 թվականից օգտագործվում է ատոմային ուժային մանրադիտակ: Այն նույնպես շոշափում է մակերևույթը զոնդի օգնությամբ, բայց ի տարբերություն թունելայինի՝ թույլ է տալիս ուսումնասիրել թե՛ դիէլեկտրիկներ, թե՛ կենդանի բջջի մոլեկուլներ:

Ամենահետաքրքիրն այն է, որ այդպիսի մանրադիտակների օգնությամբ կարելի է ոչ միայն տեսնել նանոաշխարհի ֆանտաստիկ պատկերները, այլև ստեղծել դրանք: Գիտնականները բազմիցս ցուցադրել են առանձին ատոմներից կազմված գրություններ և նկարներ, իսկ նման սկզբունքներով ստեղծված սարքավորումներ արդեն լայնորեն օգտագործվում են նանոկառուցվածքներ ստանալու համար:

ՉԱՓԵԼ

Լիարժեք հետազոտության համար բավական չէ ինչ-որ բան պարզապես տեսնել: Հարկավոր է այդ «ինչ-որ բանը» չափել, նկարագրել, բացահայտել դրա կառուցվածքն ու հատկությունները, իսկ ավելի լավ է նաև նշել, թե որտեղ կարելի կլինի այն օգտագործել:

Ժամանակակից մեթոդները թույլ են տալիս մեծ ճշտությամբ վերլուծել նանոկառուցվածքները: Բայց երբեմն դրա համար անհրաժեշտ են շատ անսովոր գործիքներ:

Օրինակ՝ ինչպե՞ս որոշել նանոկառուցվածքների պատկերներում մեր տեսածի ձգարիտ չափերը: Դրա համար գոյություն ունի մի պարզ հարմարանք՝ քանոն: Ավելի ձիշտ՝ այն մեզ համար պարզ է սովորական մասշտաբների

աշխարհում: Լանոմասնիկները չափում են ուրիշ «քանոնով»՝ պատրաստված սիլիցիումի մեկ ատոմի հաստություն ունեցող շերտերից: Սիլիցիումի ընտրությունը բացատրվում է նրանով, որ այդ նյութի ատոմային շերտերի միջև հեռավորությունը հայտնի է մեծ ճշտությամբ (այն կազմում է շուրջ 0,3 նմ):

Լանոաշխարհի ուրիշ մեծությունների չափումը ոչ պակաս հնարամտություն է պահանջում: Ինչպե՞ս չափել կենդանի բջջի երկու սպիտակուցային մոլեկուլների հարակցության ուժը, եթե այդ ուժը մոտավորապես տրիլիոն անգամ փոքր է բջջային հեռախոսի քաշից: Բարդ խնդիր է, բայց կենսաբաններին անհրաժեշտ է դրա ստույգ պատասխանը՝ բջջի աշխատանքը հանգամանորեն հասկանալու համար: Վերջերս ամերիկացի գիտնականներին հաջողվել է անցկացնել այդպիսի չափում. դրա համար նրանք օպտիկական նրբունելու օգնությամբ (ըստ

էության, կիզակետում հավաքված լույսի ձառագայթների օգնությամբ) զգուշությամբ քաշում են մոլեկուլները տարբեր կողմեր:

Չափումներին է նվիրված մի ամբողջ գիտություն՝ չափագիտություն: Վերջերս դրանում առանձնացել է մի ուղղություն՝ նանոչափագիտություն: Ռուսաստանում արդեն ընդունվել են նանոառարկաների չափման մի քանի պետական չափանիշներ: Դա նշանակում է, որ չափիչ սարքավորումները լարվելու են մեծ ճշտությամբ, և հետազոտողները կարողանալու են մանրագնին ուսումնասիրել նանոարտադրանքը, որպեսզի մինչև այն սպառողին հասնելը համոզվեն դրա բարձր որակի, անվտանգության և հուսալիության մեջ:

ՊԱՐԶ ԵՎ ԵՐԿՎՈՐՅԱԿ ՊԱՐԶ ԹՎԵՐԻ ՄԱՍԻՆ



Երկրաչափական պարզագույն պատկերների հետ մեկտեղ (ուղիղ, հատված, եռանկյունի, քառակուսի, շրջան և այլն) թվերը հնագույն մաթեմատիկական կառուցվածք են (օբյեկտ):

Պարզագույն թվային համակարգը կազմում են բնական թվերը, որոնց բազմությունը ստացվում է մեկ թվի՝ 1 (մեկի) և մի գործողության՝ գումարման միջոցով՝ համաձայն հետևյալ սկզբունքի. ցանկացած բնական թվին գումարելով մեկ՝ ստանում ենք նոր բնական թիվ: Օրինակ՝ մեկին գումարելով մեկ՝ ստանում ենք երկու բնական թիվը ($2 = 1 + 1$), երկուսին գումարելով մեկ՝ ստանում ենք երեք բնական թիվը ($3 = 2 + 1$), և այսպես շարունակ:

Կարևորն այն է, որ արդեն ստացված բնական թվին մեկ գումարելով՝ ստանում ենք նոր բնական թիվ: Այդ գաղափարն արտահայտում են՝ ասելով, որ

մեկը բնական թվերի ազատ ծնորդն է կամ ծնիչը՝ գումարման գործողության նկատմամբ: Դրանից անմիջապես բխում է, որ բնական թվերի համակարգը անվերջ է: Բոլոր բնական թվերի բազմությունը ժամանակակից մաթեմատիկայում ունի ստանդարտ նշանակում՝ \mathbb{N} (Natural բնական բառից):

Խնդիր է առաջանում յուրաքանչյուր բնական թվի համար ունենալ անվանում և նշանակում: Քանզի \mathbb{N} բնական թվերի քանակը անվերջ է, խոսքը միայն այդպիսի սկզբունքային հնարավորության մասին է: Կանգ չառնելով մանրամասների վրա (որոնց համար հղում ենք «Բնագետ» ամսագրի 2002 թ. 5-6 միացյալ համարին), նշենք, որ այդ խնդրի փայլուն լուծումը տվել են հին հնդիկները՝ ստեղծելով բոլորին քաջ հայտնի տասնորդական դիրքային հաշվեհամակարգը: Շնորհիվ սրամիտ մտադրացման, որ միևնույն նշանին կարելի է վերագրել

տարբեր «արժեքներ»՝ կախված նրա գրաված տեղից (դիրքից), հնարավոր է դառնում ընդամենը տասը թվանշանների միջոցով՝ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, գրի առնել ցանկացած բնական թիվ: Բանավոր խոսքում, ըստ էության, օգտագործվում է նույն սկզբունքը, բայց տարբեր աստիճանի հետևողականությամբ՝ տարբեր լեզուներում:

Բոլոր ժամանակների և առավել ևս ժամանակակից մաթեմատիկայի գլխավոր պահանջներից մեկը խիստ, ֆորմալիզացված շարադրանքն է, որը միարժեքորեն կընկալվի բոլորի, անգամ մեքենայի կողմից: Նման պահանջի բավարարումը բնական թվերի դեպքում հանդիպել է այնպիսի լուրջ դժվարությունների, որ համարվել է մարդու հնարավորություններից վեր աշխատանք: Գերմանացի մաթեմատիկոս Կրոնեկերին են պատկանում հետևյալ թևավոր խոսքերը. «Աստված արարել է բնական



թվերը, մնացած ամեն ինչ ստեղծել է մարդն իր բազկի ուժով»: Այնուամենայնիվ, մաթեմատիկական գիտությունը մշակել է մի քանի եղանակ՝ բնական թվերի տեսության հիմունքները շարադրելու համար: Թերևս, այդպիսի առաջին ավարտուն տեսության հեղինակը իտալացի մաթեմատիկոս Պեանոն է: Հետաքրքրասեր ընթերցողին հակիրճ ծանոթացնենք Պեանոյի մեթոդին: (Մանրամասն ծանոթության համար առաջարկում ենք հետևյալ գրքույքը՝ L.Henkin, On mathematical induction: Կա ռուսերեն թարգմանությունը՝ Л.Генкин, О математической индукции, М., 1962):

Բնական թվերը դիտարկվում են որպես այնպիսի բազմություն, որն օժտված է երկու հիմնարար հատկությամբ: Նախ՝ այդ բազմությունում կա առաջին տարրը, որի համար օգտագործվում է 1 նշանը: Այսպիսով՝ այդ բազմության յուրաքանչյուր a տարրի համար որոշված է նրան անմիջապես հաջորդող միակ տարրը, որը նշանակվում է a' կամ $a + 1$: Պահանջվում է, որ բնական թվերի բազմությունը ոչ մի այլ տարր չպարունակի: Բնական թվերի բազմությունում (մակած-

ման եղանակով) սահմանվում է գումարման գործողություն: Այնուհետև ապացուցվում են թվաբանության և ընդհանրապես ողջ հանրահաշվի ու մաթեմատիկայի համար շատ էական նշանակություն ունեցող հատկությունները: Դրանք բնական թվերի գումարման գուգորդական՝

$$(x + y) + z = x + (y + z),$$

և տեղափոխական՝

$$x + y = y + x,$$

հատկություններն են, որոնք իրենց հիմնարար բնույթի պատճառով կոչվում են **օրենքներ**:

Բնական թվերի համար ներմուծվում է ևս մի թվաբանական գործողություն՝ բազմապատկում: Կամայական m և n բնական թվերի արտադրյալը (այն է՝ բազմապատկման արդյունքը) գրի է առնվում $m \times n$, կամ $m \cdot n$, կամ ուղղակի mn ձևով և ըստ սահմանման՝ հավասար է

$$m + m + \dots + m$$

գումարին, որտեղ գումարելիները n հատ են:

Բազմապատկման գործողության համար ևս ապացուցվում են գուգորդական և տեղափոխական օրենքները՝

$$(xy)z = x(yz), \quad xy = yx:$$

Մի կարևոր հատկություն էլ բազմապատկումը կապում է գումարմանը. դա բաշխական օրենքն է.

$$x(y + z) = xy + xz :$$

Բազմապատկման գործողությունը, այն իրագործելու իմաստով, մի փոքր ավելի բարդ է, քան գումարման գործողությունը: Ընդգծենք մի կարևոր տարբերություն այդ երկու գործողությունների միջև: Ցանկացած $n > 3$ բնական թիվ մի քանի ձևով կարելի է ներկայացնել երկու բնական թվերի գումարի տեսքով (անգամ չհաշված գումարման տեղափոխականության օրենքով ընձեռնված տարբեր հնարավորությունները): Օրինակ՝

$$5 = 4 + 1 = 3 + 2:$$

Այլ է պատկերը բազմապատկ-

ման գործողության դեպքում: Կան բնական թվեր, որոնք (եթե հաշվի չառնենք բազմապատկիչների հաջորդականությունը) միակ ձևով են ներկայացվում երկու բնական թվերի արտադրյալի տեսքով: Օրինակ՝

$$2 = 2 \times 1, \quad 3 = 3 \times 1:$$

Մինչդեռ հաջորդ բնական թվի համար ունենք երկու այդպիսի հնարավորություն.

$$4 = 4 \times 1 = 2 \times 2:$$

Մեկից մեծ բնական թիվը կոչվում է **պարզ**, եթե նա, չհաշված արտադրիչների հաջորդականությունը, միարժեքորեն է վերլուծվում բնական թվերի արտադրյալի: Հակառակ դեպքում՝ բնական թիվը կոչվում է **բաղադրյալ**: Ընդգծենք, որ 1-ը չի համարվում ո՛չ պարզ, ո՛չ բաղադրյալ թիվ: Առաջին քսան բնական թվերի հատվածում պարզ են

$$p_1 = 2, \quad p_2 = 3, \quad p_3 = 5, \quad p_4 = 7,$$

$$p_5 = 11, \quad p_6 = 13, \quad p_7 = 17, \quad p_8 = 19$$

թվերը, մնացածը, բացի 1-ից, բաղադրյալ են:

Պարզ թվերը նման են անտրոհելի տարրերի, որոնցից բազմապատկման գործողության միջոցով կարելի է ստանալ բոլոր բնական թվերը: Դա նման է տարրական մասնիկների դերին ֆիզիկայում կամ նրան, որ բոլոր քիմիական նյութերը կարելի է սինթեզել Մենդելեևի քիմիական տարրերի պարբերական աղյուսակի տարրերից: Պարզ թվերի նման դերակատարումն այնքան է կարևորվել, որ համապատասխան պնդումը, ավելի ձիշտ՝ բնական թվերի՝ պարզ թվերի արտադրյալի տեսքով ներկայացման հնարավորության (այսինքն՝ գոյության) և միակության մասին պնդումը, ստացել է «թվաբանության հիմնական թեորեմ» անվանումը:

Մաթեմատիկայում և այլուր պարզ թվերը հանդիպում են ամենատարբեր իրադրություններում: Գիտակների համար հիշա-

տակենք, որ պարզ թվերի հետ են առնչվում, օրինակ, դաշտերի բնութագրիչները, ոչ արքիմեդյան նորմավորումները, SpecZ-ի կետերը և այլն:

Ինչպես նշել է թվերի տեսության հայտնի մասնագետ Ա. Խինչինը. «Պարզ թվերի հիմնարար դերը մշտապես բևեռել է նրանց վրա հետազոտողների ուշադրությունը: Ինչպիսիք է նրանց բազմությունը, քանի թիվ է պարունակում, ինչպես են նրանք բաշխված, ինչպիսի օրինաչափությունների է ենթարկվում պարզ և բաղադրյալ թվերի իրար հաջորդումը բնական թվերի շարքում: Բոլոր այս հարցերը բնականորեն կանգնել են տարբեր դարաշրջանների գիտնականների առջև՝ սկսած անտիկ աշխարհից մինչև մեր օրերը, և դեռ այժմ էլ զգալի չափով գտնվում են թվաբանական գիտության ուշադրության կենտրոնում, հատկապես այն պատճառով, որ նրանց լուծումն առնչվում է արտակարգ մեծ դժվարությունների հետ»:

Գոյություն ունի հին հույներից ավանդված մի պարզ և գեղեցիկ եղանակ՝ հաջորդաբար, առանց բաց թողնելու, բոլոր պարզ թվերը ստանալու համար, որը կոչվում է **Էրատոսթենեսի մաղ**՝ այն առաջինը կիրառած հին հույն մաթեմատիկոս Էրատոսթենեսի պատվին:

Տանք հակիրճ տեղեկություններ նրա մասին: Համարվում է, որ Էրատոսթենեսը ապրել է մեր թվարկությունից առաջ 276 - 194 թթ.: Ծնվել է Հյուսիսային Աֆրիկայի Կիրենա քաղաքում, որը գտնվում է ժամանակակից Լիբիայում, սովորել և կյանքի մեծ մասն անցկացրել է Եգիպտոսի Ալեքսանդրիա քաղաքում, նրա հոչակավոր գրադարանում: Էրատոսթենեսի բազմակողմանի գիտելիքները բարձր է գնահատել նրա ժամանակակից և ավագ գործընկեր Արքիմեդը:

Էրատոսթենեսի մաղի մեթոդը կիրառվում է հետևյալ կերպ: Գրենք աձման կարգով բոլոր բնական թվերը՝ սկսած երկուսից մինչև որևիցե n բնական թիվ: Ապա «մաղենք» այդ թվերը: Նախ ջնջենք (կամ ընդգծենք, կամ ներկենք այլ գույնի) բոլոր այն թվերը, որոնք բաժանվում են երկուսի՝ բացի հենց երկուսից. երկուսից հետո հաջորդ թիվը կլինի երեքը: Թողնելով այն՝ ջնջենք բոլոր երեքի բաժանվող թվերը: Եվ այդպես վարվենք շարունակ, հերթական ջնջումից հետո առաջին չջնջված թիվը թողնենք, իսկ նրան բաժանվող բոլոր մնացած թվերը ջնջենք: Գրված թվերն այսպես «մաղելուց» հետո կմնան միայն պարզ բնական թվերը, իսկ բոլոր բաղադրյալ թվերը «կմաղվեն»: Օրինակ՝ $n = 100$ դեպքում կունենանք հետևյալ պատկերը.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Համաձայն այս աղյուսակի՝ $p_{15} = 47$, $p_{25} = 97$: Մեծացնելով n -ը՝ կարելի է գտնել նոր մեծամեծ պարզ թվեր: Օրինակ՝ $p_{35} = 149$, $p_{46} = 199$, $p_{70} = 349$, $p_{95} = 499$, $p_{100} = 541$, $p_{200} = 1223$, $p_{303} = 1999$:

(Այսպիսով՝ անցյալ դարի վերջին տարեթիվը պարզ էր: Քանի պարզ տարեթիվ կլինի երրորդ հազարամյակի առաջին դարում)

Մինչև 1950 թ. հայտնի ամենամեծ պարզ թիվը եղել է $2^{127} - 1$ թիվը, որն ունի 39 տասնորդական թվանշան, ընդ որում, այդ թվի պարզ լինելը դեռ 1876 թ. ապացուցել է ֆրանսիացի մաթեմատիկոս Լյուկան: 1909 թ. հրատարակվել են 10 միլիոնից փոքր



Էրատոսթենես

բոլոր պարզ թվերի աղյուսակները: 1951 թ. այդ աղյուսակները լրացվել են < 10999997 պարզ թվերով, իսկ 1959 թ. կազմվել է $P_{6000000} = 104395301$ պարզ թիվը չգերազանցող բոլոր պարզ թվերը պարունակող միկրոֆիլմ: 1963 թ. հայտնի ամենամեծ պարզ թիվը $2^{4423} - 1$ էր, որն ունի 1332 թվանշան: 1985 թ. պարզ թվերի և երկվորյակ պարզ թվերի (տե՛ս ստորև) աղյուսակները հասցվել են մինչև 10^{11} :

Հայտնի են երեք հատ 100 տասնորդական նիշ ունեցող պարզ թվեր՝

$$81 \cdot 2^{324} + 1, \quad 63 \cdot 2^{326} + 1, \quad 35 \cdot 2^{327} + 1:$$

Ապացուցված է, որ գոյություն ունեն առնվազն երեք պարզ թվեր, որոնց թվանշանների քանակը հավասար է 1000, սակայն ոչ մի այդպիսի թիվ հայտնի չի եղել գոնե մինչև 1963 թ.:

Գոյություն ունի *անդրադարձ* բանաձև, որը հերթական պարզ թիվն արտահայտում է բոլոր նախորդ պարզ թվերի միջոցով.

$$p_{n+1} = \left[1 - \log_2 \left(\frac{1}{2} + \sum_{r=1}^n \sum_{1 \leq i_1 < i_2 < \dots < i_r \leq n} \frac{(-1)^r}{2^{p_{i_1} - p_{i_2}} - 1} \right) \right]$$

որտեղ $A = p_{i_1} \dots p_{i_r}$, իսկ $[x]$ -ը նշանակում է x թվի ամբողջ մասը, այսինքն՝ նրան չգերազան-

ցող ամենամեծ ամբողջ թիվը, սակայն այս բանաձևն ակնհայտորեն պիտանի չէ կոնկրետ հաշվումների համար:

Ցանկացած նոր պարզ թվի հայտնաբերումը համարվում է մեծ առաջընթաց: Համակարգիչների ստեղծումից հետո սկսվում է ռեկորդների մրցավազք՝ նոր մեծ պարզ թվեր գտնելու համար: Եթե մինչև 1951 թ., ինչպես վերը ասացինք, ամենամեծ հայտնի պարզ թիվը 39 նիշ ունեցող $2^{127}-1$ թիվն էր, ապա դրանից հետո տեղի է ունենում իսկական պոռթկում: 1951 թ. մինչև 1971 թ. հայտնաբերվում են 15 նոր պարզ թվեր: Թե նրանց հայտնաբերումն ինչ հետաքրքրություն է առաջացնում հասարակության շրջանում, վկայում է, օրինակ, հերթական նորահայտ պարզ թվին նվիրված ամերիկյան փոստային շտամպը (կնիքը), որի վրա տպված էր « $2^{11213}-1$ is prime» ($2^{11213}-1$ թիվը պարզ է) արձանագրությունը և այդ 3 376 տասնորդական նիշ ունեցող թիվը:

Երբ 1978 թ. երկու դպրոցական Կալիֆոռնիայից սահմանում են նոր ռեկորդ՝ մատնանշելով $2^{21701}-1$ պարզ թիվը, մի գերմանական թերթ գրում է. «Երատոսթենեսի մադոլ հաջողվել է որսալ ամենամեծ պարզ թիվը»: Այս առիթով մասնագետներից մեկը հումորով նկատում է, որ Երատոսթենեսի մադոլ դրա համար պիտանի է նույնքան, որքան կացինը՝ ատոմի միջուկը ձեղքելու համար:

Շատ չանցած վերոհիշյալ արդյունքը գերազանցվում է, նախ ապացուցվում է, որ պարզ են $2^{23209}-1$, ապա $2^{4497}-1$ թվերը: 1983 թ. հայտարարվում է, որ պարզ է 25 962 թվանշանից կազմված $2^{86243}-1$ թիվը: Թե ինչ արագությամբ են տեղի ունենում փոփոխությունները, վկայում է հետևյալը: Ամերիկյան մաթեմատիկական ընկերության հեղինակավոր «Notices of the

AMS» ամսագրի 2004 թ. ապրիլյան համարում «The Great Prime Number Record Races» («Մեծ պարզ թվի ռեկորդ է գրանցվել») հոդվածում որպես նորահայտ մեծագույն պարզ թիվ՝ նշվում է 6 320 430 տասնորդական թվանշան ունեցող

$$2^{20996011}-1$$

թիվը, իսկ նույն ընկերության հուլիսի կեսերի Website-ում (կայքում) տեսնում ենք, որ ամենամեծն արդեն

$$2^{24036583}-1$$

պարզ թիվն է, որն ունի ավելի քան յոթ միլիոն տասնորդական թվանշան: Նշվում է նաև, որ 100 000 դոլար մրցանակ է սահմանվել 10 միլիոն թվանշանից կազմված պարզ թվի հայտնաբերողին¹:

Ստորև բերվող աղյուսակում գրանցված են առ 2008 թվականի սեպտեմբեր ամիսը հայտնի ամենամեծ պարզ թվերը: Առաջին սյունում համարակալվում է նրանց հաջորդականությունը նվազման կարգով, երկրորդում՝ նշված են այդ թվերը, երրորդում՝ նրանց տասնորդական թվանշանների քանակը, չորրորդում՝ նրանց հայտնաբերման տարեթիվը:

1	$2^{32582657}-1$	9808358	2006
2	$2^{30402457}-1$	9152052	2005
3	$2^{25964961}-1$	7816230	2005
4	$2^{24036583}-1$	7235733	2004
5	$2^{20996011}-1$	6320430	2003
6	$2^{13466917}-1$	4053946	2001
7	$19249 \cdot 2^{13018586}+1$	3918990	2007
8	$27553 \cdot 2^{9167433}+1$	2759677	2005
9	$28433 \cdot 2^{7830457}+1$	2357207	2004
10	$33661 \cdot 2^{7031232}+1$	2116617	2007

¹ Սույն հոդվածը տպագրության հանձնելուց հետո Ամերիկյան մաթեմատիկական Միության 2008 թ. հոկտեմբեր ամսի կայքում հայտարարություն եղավ, որ հայտնաբերվել են 13 միլիոն թվանշան ունեցող Մերսենի 45-րդ $2^{3117609}-1$ պարզ թիվը և ապա 11 միլիոն թվանշանից կազմված Միսենի 46-րդ

$2^{57150967}-1$ պարզ թիվը: Հայտնաբերողներից յուրաքանչյուրը ստացել է 50 հազար դոլար մրցանակ: Երբ 150 հազար դոլար, մրցանակ է հայտարարվել 100 միլիոն կամ ավելի նիշ ունեցող առաջին պարզ թիվը հայտնաբերողին:

Ինչպես տեսնում ենք, 100 000 դոլար մրցանակը դեռ սպասում է իր տիրոջը:

Սովորաբար x թվից փոքր կամ հավասար պարզ թվերի քանակը նշանակում են $\pi(x)$ -ով: Ինչպես երևում է Երատոսթենեսի մադոլ ստացված հարյուրից փոքր պարզ թվերի աղյուսակից,

$$\pi(20) = 8, \pi(50) = 15, \pi(100) = 25:$$

Նմանապես (կամ օգտվելով համապատասխան հայտնի աղյուսակներից) կարելի է եզրակացնել, որ

$$\pi(200) = 46, \pi(500) = 95,$$

$$\pi(1000) = 168, \pi(2000) = 303:$$

Բերված փաստերից երևում է, որ n բնական թվի աճին զուգընթաց պարզ թվերի խտությունը 1-ից մինչև այդ թիվն ընկած հատվածում նվազում է: Նրանց բաշխումը գնալով նոսրանում է: Երատոսթենեսի մադոլ գնալով թվերի ավելի մեծ մասն է «բաց թողնում»: Եթե առաջին 100 թվերից 25 են պարզ, ապա տասը միլիոնին նախորդող հարյուրյակում կա 9 պարզ թիվ, իսկ հաջորդ հարյուր թվերի հատվածում՝ ընդամենը երկու:

Կամայական n բնական թվի համար կան պարբերաբար կրկնվող n երկարության բնական թվերի հաջորդականություններ, որոնցից ոչ մեկը պարզ չէ: Օրինակ՝ այդպիսին է $(N + 2)$ -ից մինչև $N + n + 1$ բնական թվերի հատվածը, որտեղ

$$N = (n + 1)! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n \cdot (n + 1):$$

Կասկած է առաջանում. գուցե պարզ թվերի քանակը ընդհանրապես վերջավոր է: Սակայն այդ վարկածն առանց դժվարության հերքվում է հակասող ենթադրությամբ:

Ենթադրենք, որ պարզ թվերի հաջորդականությունը վերջավոր է, և P_n -ը ամենամեծ պարզ թիվն է: Դիտարկենք

$$T_n = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n + 1$$

բնական թիվը և նրա բոլոր $d > 1$ բաժանարարները, այսինքն՝

այնպիսի բնական թվերը, որոնց արտադրյալը որևէ բնական թվի հետ տալիս է T_n : Ակնհայտ է, որ այդպիսի ամենափոքր բաժանարարը կլինի պարզ թիվ: Լույնքան ակնհայտ է, որ այն չի կարող լինել p_1, p_2, \dots, p_n թվերից որևէ մեկը (հակառակ դեպքում, 1 բնական թիվը կհանդիսանա երկու բնական թվերի արտադրյալ, որոնցից յուրաքանչյուրը մեծ է մեկից, իսկ դա հնարավոր չէ): Այսպիսով ստացանք, որ գոյություն ունի P_n -ից մեծ պարզ թիվ: Դա հակասում է մեր ենթադրությանը, և ուրեմն պարզ թվերի հաջորդականությունն անվերջ է:

Առաջին անգամ այս ապացույցը բերվում է Էվկլիդեսի «Մաթեմատիկայի հիմունքներ» տրակտատում: Սակայն Էվկլիդեսին խորթ է անվերջության գաղափարը, և ապացուցված փաստը նա ձևակերպում է այսպես. «Պարզ թվերն ավելի շատ են, քան նրանց կամայական քանակը»:

Համաձայն վերը բերված ապացույցի՝ $(p_n + 1)$ -ից, T_n բնական թվերի հատվածում կա գոնե մեկ պարզ թիվ: Դեռ 1850 թ. Զեթլեն ուժեղացրել է այս արդյունքը՝ ապացուցելով այսպես կոչված «Բերտրանի պոստուլատը». կամայական $n > 3$ բնական թվի համար n և $2n-2$ թվերի միջև կա առնվազն մեկ պարզ թիվ: Կարելի է ապացուցել ավելի ուժեղ պնդում. ցանկացած $n > 5$ և $2n$ բնական թվերի միջև կա առնվազն երկու պարզ թիվ:

Բնական թվերի հաջորդականությունը 1 առաջին անդամով և 1 տարբերությամբ թվաբանական պրոգրեսիա է: Կարելի է ցանկացած a և b բնական թվերի համար դնել այսպիսի ընդհանուր խնդիր. անվերջ է արդյոք պարզ թվերի քանակը b առաջին անդամով և a տարբերությամբ թվաբանական պրոգրեսիայում: Ակնհայտ է, որ պատասխանը բացասական է այն դեպքում, երբ

a -ն և b -ն ունեն մեկից մեծ ընդհանուր բաժանարար: Հակառակ դեպքում, այսինքն՝ երբ a -ն ու b -ն փոխադարձաբար պարզ են, ինչպես ապացուցել է գերմանացի մաթեմատիկոս Դիրիխլեն, վերը դրված հարցի պատասխանը դրական է. գոյություն ունեն բազմաթիվ $an + b$ տիպի պարզ թվեր, որտեղ n -ը բնական թիվ է:

Սակայն խնդրի արդեն հաջորդ աստիճանի բարդացումը՝ անվերջ են արդյոք $an^2 + bn + c$ տիպի պարզ թվերը, կարծես թե, լուծված չէ անգամ պարզագույն՝ $a = c = 1, b = 0$ դեպքում: Հետաքրքրական է, որ, օրինակ, $n^2 + 79n + 1601$ արտահայտությունը պարզ թվեր է տալիս n -ի 1-ից մինչև 79՝ ներառյալ բնական արժեքների համար, սակայն $n = 80$ դեպքում ստացվում է բաղադրյալ թիվ:

Հոլդբախի խնդրի մասին: Քյոնիգսբերգ (այժմ՝ Կալինինգրադ) քաղաքում 1690 թ. ծնված և հասուն կյանքի մեծ մասը Ռուսաստանում անցկացրած մաթեմատիկոս Քրիստիան Հոլդբախը գիտության պատմության մեջ մնացել է հիմնականում 1742 թ. հոչակավոր մաթեմատիկոս Էյլերին առաջարկած հետևյալ խնդրով. ձիշտ է արդյոք, որ երկուսից մեծ ցանկացած զույգ թիվ երկու պարզ թվերի գումար է (օրինակ՝ $4 = 2+2, 6 = 3+3, 8 = 3+5, 10 = 3+7 = 5+5, \dots$), իսկ հինգից մեծ կամայական կենտ թիվ՝ երեք պարզ թվերի գումար ($7 = 2+2+3, 11 = 3+3+5, \dots$): Դժվար չէ նկատել, որ այս երկու հարցադրումները համարժեք են, այսինքն՝ նրանցից մեկի ձիշտ լինելուց կհետևի մյուսի ձիշտ լինելը: Էյլերին չի հաջողվել լուծել այդ խնդիրը: Նրա ամբողջական լուծումը չկա ցայսօր: Առավելագույն առաջընթացը արձանագրել են ռուսական մաթեմատիկոսներ Շնիրելմանը 1930 թ. և Վինոգրադովը 1936 թ.:

Լկատենք, որ բոլոր պարզ

թվերը կենտ են՝ բացի 2-ից (հին հույները հաճախ 2-ը անգամ չեն համարել պարզ թիվ): Այսինքն՝ չհաշված 2-ը և 3-ը՝ պարզ թվերի միջև կա առնվազն մեկ բաղադրյալ թիվ: Կենտ թվերի շարքում իրար անմիջականորեն հաջորդող երկու պարզ թվերը կոչվում են **երկվորյակ պարզ թվեր**: Ինչպես երևում է վերը բերված աղյուսակից, առաջին 100 բնական թվերի շարքում երկվորյակ պարզ թվերը հետևյալներն են.

(3, 5), (5, 7), (11, 13), (17, 19), (29, 31), (41, 43), (59, 61), (71, 73):

Երեսուն միլիոնից փոքր բնական թվերի շարքում կա 152 892 այդպիսի զույգ: 1985 թ. հայտնի ամենամեծ երկվորյակ պարզ թվերից յուրաքանչյուրն ունի 303 թվանշան: Մինչև 2008 թ. սեպտեմբեր հայտնի ամենամեծ երկվորյակ պարզ թվերը հետևյալներն են.

Այս աղյուսակի սյուները կազմված են նախորդ աղյուսակի սկզբունքով:

1.	2003663613 · 2 ¹⁹⁵⁰⁰⁰ ± 1	58711	2007
2.	194772106074315 · 2 ¹⁷¹⁹⁶⁰ ± 1	51780	2007
3.	100314512544015 · 2 ¹⁷¹⁹⁶⁰ ± 1	51780	2006
4.	16869987339975 · 2 ¹⁷¹⁹⁶⁰ ± 1	51779	2005
5.	33218925 · 2 ¹⁶⁹⁶⁹⁰ ± 1	51090	2002

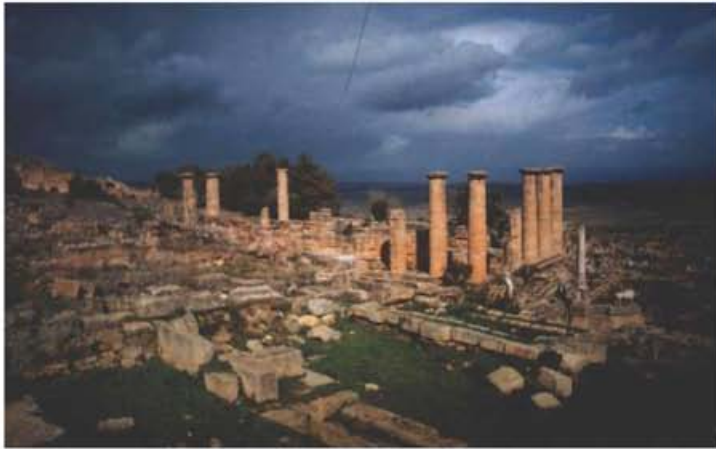
Ճայսօր հայտնի չէ՝ անվերջ է արդյոք երկվորյակ պարզ թվերի քանակը:

Կան և այլ, ավելի նուրբ չլուծված խնդիրներ՝ կապված երկվորյակ պարզ թվերի հետ: Զորս հաջորդական պարզ թվեր՝

$$P_n, P_{n+1}, P_{n+2}, P_{n+3}$$

կարող են կազմել երկվորյակ թվերի երկու զույգ: Օրինակ՝ $n = 3$ դեպքում 5, 7, 11, 13 հաջորդական պարզ թվերից ստացվում են (5, 7) և (11, 13) երկվորյակները, իսկ $n = 5$ դեպքում՝ (11, 13) և (17, 19) երկվորյակների զույգերը: Բերված երկու դեպքերում էլ՝

$$P_{n+1} = P_{n+2} - 4:$$



թվերի՝ $P_{n+1} - P_n$ տարբերություն: Սակայն ապացուցված չէ անգամ, որ յուրաքանչյուր զույգ թվի համար կա գերմեկ այդպիսի ներկայացում, չնայած որ դա ստուգված է շատ դեպքերի համար ($4=11-7 = 17-13$, $6=29-23$, $8=97-89$ և այլն): Անգամ ապացուցված չէ, որ ցանկացած զույգ թիվ որևիցե (պարտադիր չէ հաջորդական) երկու պարզ թվերի տարբերություն է:

Այժմ սահմանափակվենք այսքանով: Պարզ թվերին նվիրված երկրորդ հոդվածում մենք կանդրահաղորդենք նրանց մի շարք հետաքրքրաշարժ հատկություններին և հակիրճ կլուսաբանենք 2002 թ. երիտասարդ հնդիկ մաթեմատիկոսների փայլուն արդյունքը՝ պարզ թվերի վերաբերյալ, ինչպես նաև կծանոթանանք պարզ թվերի հետ սերտորեն կապված

կատարյալ, բարեկամական և շփվող թվերի հետ:

Այսպիսի չորս հաջորդական պարզ թվերը կոչվում են **քառյակ**: Ընթերցողին առաջարկում ենք փորձել ինքնուրույն գտնել նոր քառյակներ: Հաջողվել է հաշվել, որ առաջին տասը միլիոն բնական թվերի շարքում կա 899 քառյակ, իսկ տասնհինգ միլիոնում՝ 1209: Ամենամեծ հայտնի քառյակը 1963 թ. եղել է հետևյալը.

2 863 308 731, 2 863 308 733, 2 863 308 737, 2 863 308 739:

Չապացուցված (և չհերքված) վարկած կա, որ քառյակների քանակն անվերջ է:

Երկվորյակ պարզ թվերի մասին խնդիրը կարելի է վերածնակերպել այսպես. ձիջտ է, որ 2-ը կարելի է անվերջ թվով եղանակներով ներկայացնել որպես երկու պարզ թվերի տարբերություն: Կա ենթադրություն, որ կամայական զույգ թիվ կարելի է անվերջ քանակով (եղանակներով) պատկերել որպես երկու հաջորդական պարզ



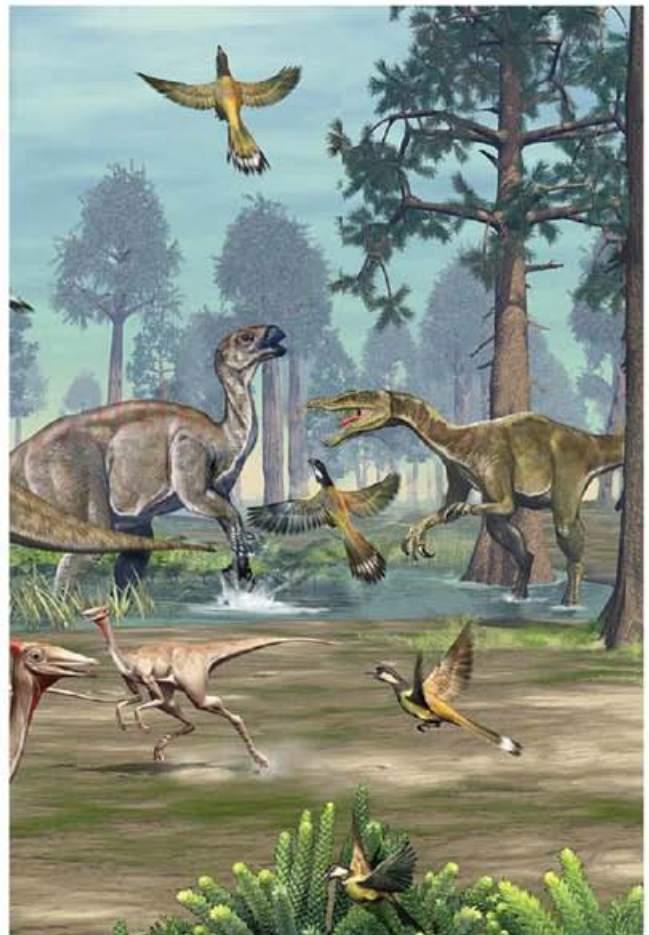
Լեոնարդ Էյլեր

ՄԱՐՏԻՆ ԱԴԱՄՅԱԼ

Կենսաբանական գիտությունների դոկտոր

ԹՌՉՈՒՆՆԵՐԻ ԾԱԳՈՒՄՆԱԲԱՆԱԿԱՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՈՒ ԿԵՆՍԱՎԱՐՔԱԳԾԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

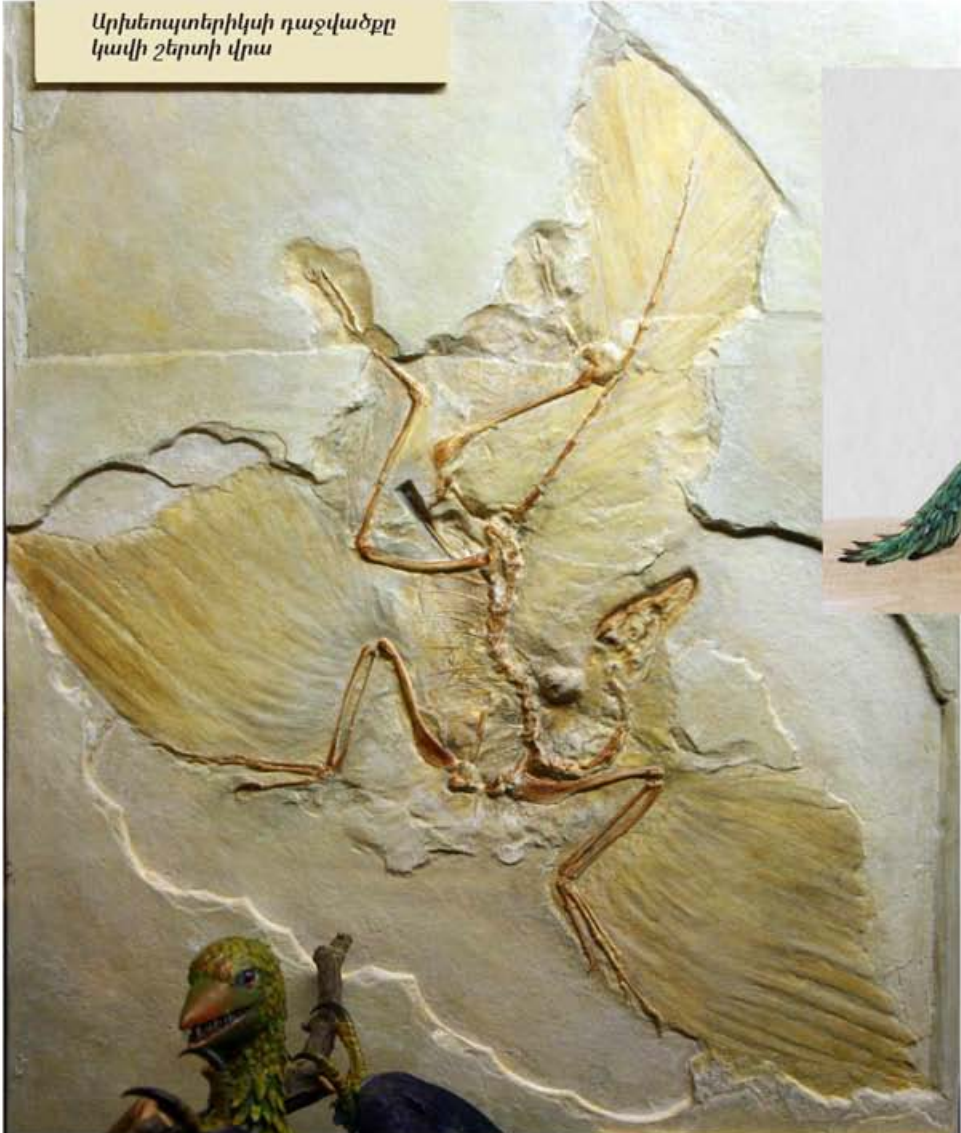
Երկրագնդի ողնաշարավոր կենդանիներից, (բացառությամբ ձկների) ամենամեծաքանակը, գեղեցիկն ու հանրածանոթը թռչուններն են: Հանրածանոթ են թռչունները, որովհետև մարդն իր առօրյայում կամա թե ակամա առնչվում է, լսում նրանց երգն ու դայլայլը, շատ անգամ ականատես լինում զարմանք պատճառող վարքի մանրամասներին, հիանում ցայտերանգ փետրավորմամբ ու նախանձելի սլացիկ կեցվածքով: Թռչունները հետնորդներն են նախնադարի սողունների: Այդ մասին են վկայում սողունների հետ ունեցած նրանց բազմաթիվ ընդհանրությունները՝ կմախքի կառուցվածքը, մկանային համակարգը, ձվադրությամբ բազմացման փաստը և այլն: Օժտված լինելով թռչելու առավելագույն հատկությամբ՝ թռչունները անսահմանափակ տարածված են մեր մոլորակի բոլոր կլիմայական գոտիներում՝ ծայրագույն հարավից մինչև հյուսիս, անապատների խանձված ավազուտներից մինչև ձյունածածկ լեռնագագաթները, անծայրածիր օվկիանոսներից մինչև լայնատարած անտառներն ու խոնավ ջունգլիները՝ բացառությամբ Անտարկտիդայի խորքային շրջանների: Թռչունները, էվոլուցիոն զարգացման ընթացքում հարմարվելով միջավայրի պայմաններին, բաժանվել են ըստ ապրելակերպի ու ապրելավայրի: Երկրագնդի մեծ ու փոքր ջրավազաններ-



րում, գետերում ու գետակներում ապրում են թռչունների ջրլող և ջրաձահձային տեսակները, անտառներում, պուրակներում ու այգիներում՝ երգեցիկներն ու փչակաթնակները, լեռներում ու ձորերում՝ գիշատիչներն ու քաղաքաթնակները: Թռչուններն իրենց ծագումով երբեք բաժանված չեն եղել չվողների և նստակյացների: Այդ կարգի բաժանումը տեղի է ունեցել հետագայում՝ միլիոնավոր տարիներ անց, երկրագնդի վրա կլիմայական գլոբալ փոփոխությունների հետևանքով: Հայտնի է, որ երկիր մոլորակի տարբեր երկրամասերը գոյության ընթացքում բազմիցս ենթարկվել են ինչպես

ջերմաստիճանի, այնպես էլ ֆիզիկական և այլ երևույթների փոփոխությունների: Կյանքի համար տաք, բարենպաստ շրջանները բնական կատակլիզմների հետևանքով կտրուկ վերածվել են ցուրտ, սառնամանիքային գոտիների: Սառցադաշտերի հսկա զանգվածները շարժվելով տակնուվրա են արել արևադարձային բուսականությունն ու կենդանական աշխարհը: Այդ ընթացքում թևավորների անթիվ տեսակների մի մասն իսպառ ոչնչացել է՝ չկարողանալով հարմարվել ստեղծված պայմաններին, մյուս մասը, խոյս տալով վերահաս վտանգից, շարժվել

է դեպի տաք շրջաններ, իսկ մի մասն էլ, դրսևորելով հարմարվելու բարձրագույն ունակություն, մնացել է բնակավայրում: Բազմիցս կրկնվող կլիմայական փոփոխությունների հետևանքով թռչունները բաժանվել են նստակյացների և չվողների: Չուն թռչունների կյանքի ամենապատասխանատու փուլերից է: Թռունները չվում են աշնանը, երբ ցերեկվա տևողությունը կրճատվում է, և աստիճանաբար նվազում է օդի ջերմաստիճանը: Պակասում են նաև կերի պաշարները: Չուի նախապատրաստվելիս թռչունների որոշ տեսակներ Երամներ են կազմում, իսկ այլ տեսակներ, ընդհակառակը, տրոհվում են առանձնյակների: Թռչունը»



Արխեոպտերիկսի դաշվածքը կավի շերտի վրա



Արխեոպտերիկսի (վերակազմություն)



դառնում է լուսկյաց, սահմանափակվում է նրա շարժունակությունը, մաշկի տակ կուտակվում է ճարպը, որն ամենակարևոր «վառելանյութն» է չուի երկար ու ձիգ ծանապարհին օրգանիզմը էներգիայով ապահովելու համար:

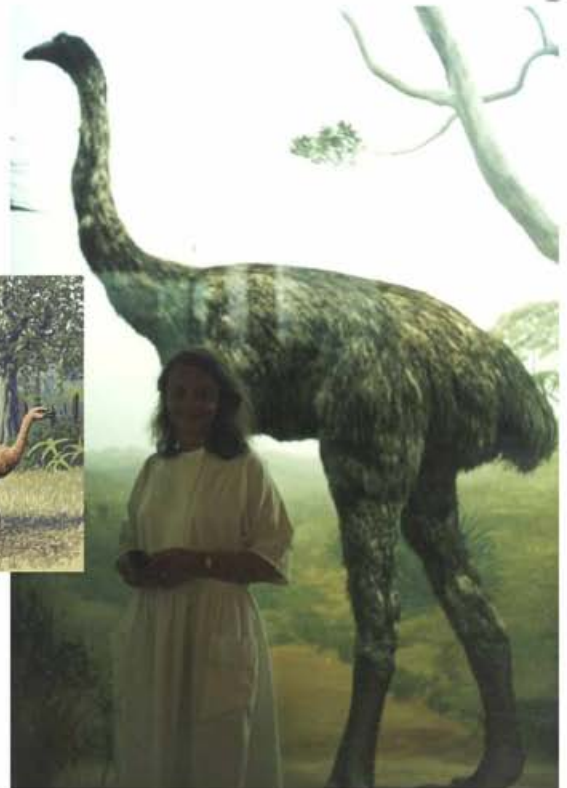
Յուրաքանչյուր տեսակ ունի իր չուի ժամկետը, տարբեր են նաև չուի ծանապարհները, չվող երամի կազմը և թռիչքի ձևը: Օրինակ՝ սագերը, կուունկները, բադերը չուի ընթացքում թռչում են եռանկյունի կազմած երամով, որի առջևից սլանում են հասակավոր առանձնյակները: Գիշատիչները չվում են առանձնյակներով կամ անկանոն երամներով:

Այսիսով՝ չվող թռչունները ամեն տարի գարնանն ու աշնանը երկրից երկիր են տեղափոխվում կերի պաշարներով հարուստ և բազմացման համար հարմարավետ վայրեր ընտրելու ձգտումով:

Թռչունները չվում են օրվա գիշերային ու ցերեկային ժամերին, ամպամած ու պարզ եղանակներին, տարբերային պատահարների հետևանքով հսկայական զոհերի գնով: Գուի ընթացքում թռչուններն իրենց ուղին որոշում են զանազան կողմնորոշիչներով՝ վերգետնյա շինություններով, գետերով, լճերով, լեռնազանգվածներով, անտառներով և, վերջապես, արևի դիրքով, աստղային երկնքի պատկերով, սեփական կենսաբանական կողմնացույցի օգնությամբ՝ երկիր մոլորակի մագնիսական դաշտի ուղղությամբ: Նրանց կողմնորոշման համար կարևոր դեր են կատարում օրգանիզմի կենսաբանական ազդակները:

Հարմանալի է՝ թռչունների որոշ տեսակների ձագերի չուն, որոնք, ծնվելով բնադրավայրերում, չվում են ծնողներից զատ ու անսխալ միանում նրանց ավանդական ձմեռանոցներում՝ ծննդավայրից հազարավոր կիլո-

Մուս (վերականգնություն)



մետր հեռավորության վրա:

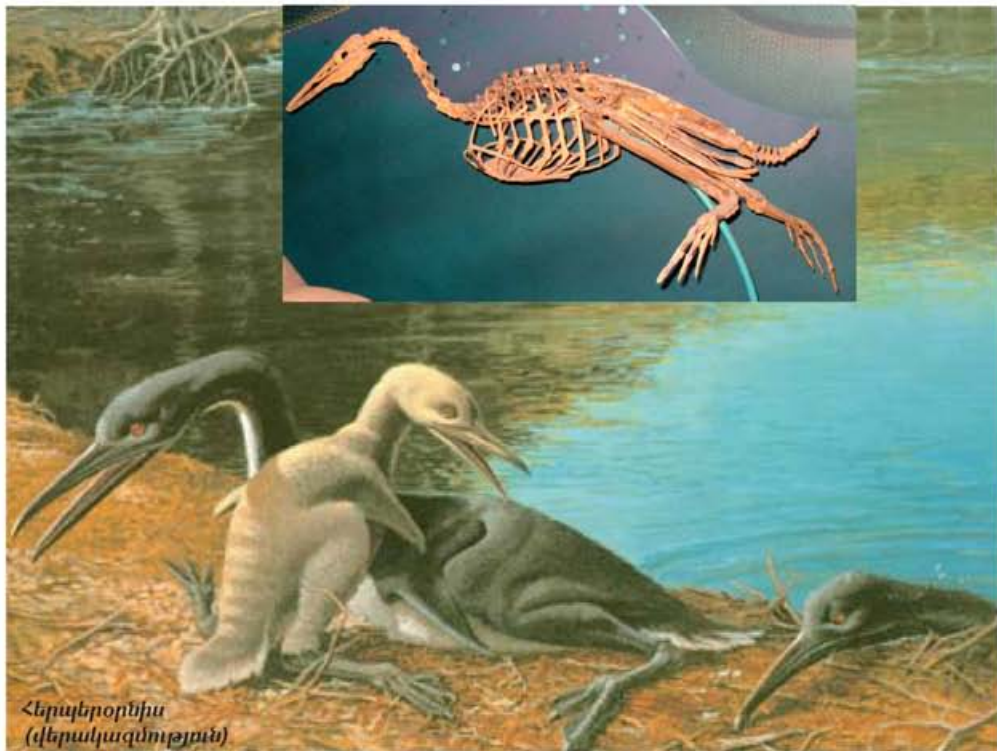
Հարմանալի է, բայց փաստ, որ թռչուններն իրենց ծագումով համարվում են ամենապարզունակ սողունների հետնորդները: Ի դեպ, 140 միլիոն տարի առաջ, երբ երկրագնդի վրա սողունների թագավորությունն էր իշխում, և երկիրը ողողված էր դրանց բազում տարատեսակներով, ի հայտ եկավ այսպես կոչված, արխետոպտերիկսը (նկ.1), որը նման էր սողունի՝ օժտված փետրավոր թևերով ու պոչով: Պտերոդակտերից (թռչող սողուններ) հետո, որոնք ոչնչացվել են սրանից 80-100 միլիոն տարի առաջ, առաջինը արխետոպտերիկսն էր, որն իր պարզունակ ու չկատարելագործված փետրավոր թևերով երկինք թևածեց:

Պտերոդակտերն ու պտերոզավրերը գոյատևեցին մոտ 50-60 միլիոն տարի, դրանք բազմանում էին ձվադրման միջոցով, իսկ ձագերը ձվից դուրս էին գալիս կարծ, խիտ մազածածկով պատած մարմնով, զարգացած ատամնաշարով, թռիչքի պատրաստ ձվից դուրս

գալու առաջին իսկ օրվանից: Սողունների թռչող այս ներկայացուցիչներն օդ էին բարձրանում զարմանալի անհամաչափ թաղանթավոր թևերի օգնությամբ: Դրանց մի քանի ներկայացուցիչներ մարմնի մեծությամբ չէին գերազանցում կարապին, սակայն ունեին յոթ մետրից ավելի բացվածքով թևեր, մարմնի ընդամենը 17 կգ զանգված: Արխետոպտերիկսի թռչելու փորձերն անհաջող էին անցնում: Անհաջող էին այն պարզ պատճառով, որ նրա թույլ զարգացած թևերը, չնայած փետրավորված էին, չէին կարող օդ բարձրացնել ծանր մարմինը, որը դեռ հղկված չէր և բոլորվին զուրկ էր ատերոդինամիկ հատկություններից: Չնայած դրան՝ թռչունների հնագույն նախահայրը համառորեն փորձում էր մագցել ծառերի ծյուղերի վրայով, թռչել ծյուղից ծյուղ՝ հաղթահարելով փոքր տարածություններ: Մինչև այսօր գիտնականների բազմաթիվ ու երկարատև պրպտումները՝ արխետոպտերիկսի անմիջական

նախահայրերի և հետնորդների բացահայտման ուղղությամբ, պսակվել են անհաջողությամբ: Սակայն ներկայումս հաստատված է, որ նրա գոյությունից 20 միլիոն տարի անց հյուսիսամերիկյան մայր ցամաքի ծովերում երևան են գալիս ներկայիս թռչունների նախահայրերի այլ ձևեր, ինչպիսիք են հեսպերորնիսը և իխտիորնիսը (նկ.): Հեսպերորնիսի մարմնի երկարությունը 1,5 մետր էր և ամբողջությամբ ծածկված էր փետուրներով, իսկ սուր կտուցն օժտված էր ատամներով և նման էր ժամանակակից գազարների կամ սուզակներին, ապրում էր ջրում և սնվում ձկներով: Թռչունների այլ նախահայրերից մեկը՝ իխտիորնիսը անհամեմատ ավելի կազմավորված էր և ի տարբերություն նախորդ տեսակի՝ օժտված էր լավ թռչելու հատկությամբ:

Մասնագետների կարծիքով ժամանակակից թռչունների տեսակները սկիզբ են առել սրանից 36–63 միլիոն տարի առաջ, և նրանց հիմնական նախահայրերն են հեսպերորնիսը և իխտիորնիսը: Հետաքրքրական է, որ այդ ժամանակահատվածում հյուսիսամերիկյան մայր



Հեսպերորնիս (վերակազմություն)

ցամաքում ապրում էին թռչելու հատկություններն իսպառ կորցրած դիատրիման և ֆորորակուսը: Սրանք թռչուն հսկաներ էին, որոնց քաշը հասնում էր 200–300 կիլոգրամի, հասակը՝ 2 – 2,5 մետրի, իսկ գիշատիչ կտուցով օժտված գլուխն իր մեծությամբ ձիու գլխի չափ էր:

Հնէաբան Բրոտկորթի վկա-

յությամբ՝ երկրագնդի վրա տարբեր ժամանակներում ապրել են 154 հազար թռչնատեսակներ, որոնց ընդամենը 5-6 % է հասել մինչև մեր օրերը: Ենթադրվում է նաև որ երկրագնդի վրա միաժամանակ ապրած թռչունների տեսակների թիվը չի գերազանցել տասը հազարից, դա տեղի է ունեցել սրանից մոտավորապես



Ճորոբակուս (վերակազմություն)



Դիատրիմա (վերակազմություն)



Իխտիորնիս
(վերակազմություն)

երկու միլիոն տարի առաջ: Ներկայումս հողագնդի վրա ապրում են թռչունների 8600 տեսակներ, որոնք բաժանված են 27 կարգերի և 155 ընտանիքների: Դրանցից ամենամեծաքանակը երգեցիկ թռչուններն են՝ 5000-ից ավելի տեսակ, մնացած 3600 տեսակները կազմում են թութակները, կարապները, սագերը, աֆրիկական ջայլամի մեկ տեսակը, նանդուն, կազուարը և այլն:

Ջեյմս Ֆիշերը հաղորդում է, որ թռչնաշխարհի ամենահարուստ տեսակային կազմով ներկայումս ներկայացված են Կենտրոնական ու Հարավային Ամերիկան. Կոլումբիայում՝ 1700 տեսակ, Բրազիլիայում՝ 1440, Վենեսուելայում՝ 1282 տեսակ: Սա այն դեպքում, երբ եվրոպական երկրներում թևավորների տեսակները Հունաստանում և Նորվեգիայում 333-ն են, Ֆինլանդիայում՝ 327, Պորտուգալիայում՝ 315, ասիական երկրներից Հայաստանում՝ 352, Աֆղանստանում՝ 341, Ճապոնիայում՝ 425: ԱՄՆ-ում և Կանադայում, միասին վերցրած, գրանցվել է 775 տեսակի թռչուն: Երկրագնդի թռչունների ընդհանուր թիվը կազմում է ավելի քան 100 միլիարդ անհատ, որը 25 անգամ ավելի է մարդկանց թվից: ԽՍՀՄ-ի սահմաններում հանդիպում

էր աշխարհի թռչնատեսակների մոտ 9 %-ը, այսինքն՝ մոտ 800 տեսակ: Հայաստանի թռչնաշխարհը կազմում է համաշխարհային ֆաունայի 4 %-ը, իսկ ԽՍՀՄ-ի տարածքում հանդիպող թռչունների՝ 40 %-ից ավելին:

Վերջին 300 տարիների ընթացքում տեխնիկայի բուռն առաջընթացի և մարդու լայնատարած գործունեության հետևանքով իսպառ վերացել է թռչունների 100 տեսակ, իսկ 150 տեսակ գտնվում է անհետացման եզրին: Ասենք, որ մեկ միլիոն տարի առաջ ջայլամների հսկայական խմբեր թափառում էին Հնդկաստանի, Չինաստանի և Նույնիսկ հարավային եվրոպայի տափաստաններում: Ցավալի է նշել, որ մեր օրերում ջայլամները պահպանվել են միայն Արաբական թերակղզում և Աֆրիկայում: Բոլորովին վերջերս՝ 1916 թ., ջայլամի բրածո մնացորդներ են գտնվել Օդեսայի ծայրամասերում: Խեղճի քաղաքի մոտակայքում հնէբանները հայտնաբերել են ջայլամի բրածո ձվեր: Այս փաստերը վկայում են այն մասին, որ անցյալում ջայլամները սովորական թռչուններ են եղել Ուկրաինայի տափաստաններում:

Հարավային Ամերիկայում ներկայումս ապրում է ջայլամի նանդու կոչվող այլատեսակը, իսկ Ավստրալիայում և Տասմանիայում՝ էմուն և կազուարը: Այս թռչունները ինքնատիպ նմուշներ են, որոնք զարմանալիորեն պահպանվել են հողագնդի տարբեր անկյուններում՝ որպես 60 միլիոն տարի առաջ ոչնչացած հսկա թռչողների հեռավոր հետնորդների փշրանքներ:

Բազմաթիվ են օրինակները, երբ մարդու անմիջական ու անհաշվենկատ միջամտությամբ կորստի են մատնվել մի քանի միլիոն անհատներ կազմող թռչունների տեսակներ: Այս ճակատագրին արժանացավ

նաև թափառող աղավնին, որի միլիոնավոր երամները մինչև XVIII դ. վերջը լայնորեն տարածված էին Հյուսիսային Ամերիկայի անտառներում: Այսօր թափառող աղավնին գրանցված է «Կարմիր գրքի» անհետացած տեսակների ցանկում:

Հայկական լեռնաշխարհը, որը գտնվում է թռչունների համաշխարհային չուի խոշորագույն ճանապարհների՝ ծովի մակերեսից 379–4090 մ ավելի բարձրությունների վրա, հարուստ է բազմազան թռչունների տեսակային կազմով: Երկրաբանական բարդ կառուցվածքի և կլիմայի բազմազանության շնորհիվ հողագնդի այս գոլտրիկ անկյունում թռչունները տարածված են ըստ լանդշաֆտային գոտիների: Հանրապետության թռչնաշխարհի բազմատեսակությունը պայ-



մանավորված է նաև այստեղ թափանցող թռչունների իրանական, միջերկրածովյան և կովկասյան տեսակներով: Այստեղ թռչունների 350 տեսակ ընդգրկված է 16 համակարգերում: Դրանցից համընդհանուր ճանաչման են արժանացել մարդու հարևանությամբ ապրողները և նրանք, որոնց կենսակերպն ինչ-որ կերպ առնչվում է մարդու տնտեսական գործունեության հետ:

Կենսաբանորեն թռչուններն իրենց կարևոր դերն ունեն մեր կյանքում: Ամենից առաջ նրանց ներկայությունը գեղագիտական



ու հոգևոր ներշնչանքի լավագույն և անխաթար միջոցներից է: Մեր օրերում թռչունների ձայնագրված երգերը հաջողությամբ կիրառվում են բժշկագիտության բնագավառում: Նրանք անտառների ու գյուղատնտեսական մշակաբույսերի վնասատու միջատների դեմ կեսաբանական պայքարի միջոցներ են: Գիշատիչ թռչունները յուրաքանչյուր տարի ոչնչացնում են անսահման քանակությամբ մկնակերպ կրծողներ և դրանցով փրկում գյուղատնտեսական բերքը: Անգնահատելի է լեշակեր անգղների՝ որպես բնական սանիտարների դերը: Մնվելով դիակներով ու նրանց մնացորդներով՝ լեշակերները կանխարգելում են վարակիչ հիվանդությունների տարածումը և վնասագերծում են շրջակա միջավայրը:

Դարերի վեր թռչունների շատ տեսակներ եղել են պաշտամունքի առարկա և շահել մարդու համակրանքը: Բազմաթիվ թռչունների պատկերներ՝ որպես պետական խորհրդանիշ, դրոշմվել են միջնադարի թագավորական և եկեղեցական շինությունների պատերին, և այժմ էլ դրանք

առկա են երկրների պետական զինանշաններում: Այդ շրջանի հայկական ձեռագրերը, մագաղաթներն ու ավետարանները հայ մանրանկարիչների կողմից առատորեն նկարագրված են գունագեղ թռչունների մանրանկարներով:

Նախամարդուց մինչև մեր օրերը վայրի թռչունները ոչ միայն չեն դադարել ծառայելուց մարդու տնտեսական պահանջներին, այլ ընդհակառակը, ստեղծված են թռչնաբուծական հատուկ ֆաբրիկաներ ու գործարաններ, գիտական կայաններ ու կենտրոններ, որոնց գործունեությունը նպատակաուղղված է էլ ավելի բարձրացնելու նրանց մթերատվությունը նոր ցեղերի ու տեսակների բուծման միջոցով:

Թռչունների մի շարք խմբեր համարվում են որսորդական տեսակներ և խոշոր նշանակություն ունեն սիրողական որսորդության զարգացման բնագավառում:

Մեր հանրապետությունում թռչունների, մասնավորապես դրանց անհետացող, հազվագյուտ և արժեքավոր տեսակների պահպանությունն իրականացվում է արգելոցների, արգելավայրերի, կցագրված տնտեսությունների, բնության, որսորդական ընկերությունների, բնության պահպանության, որսորդական կազմակերպությունների միջոցով: Դրա լավագույն ապացույցն են հանրապետությունում ստեղծված Խոսրովի, Շիկահողի արգելոցների, Սևանի և Դիլիջանի ազգային պարկերը: Թռչունների պահպա-

նության գործին մեծապես նպաստում է նաև հանրապետության «Կարմիր գրքի» կազմումը: Ցավոք, այսօր Հայաստանի թռչնաշխարհի 67 տեսակներ գրանցված են «Կարմիր գրքում»: Այսպիսով՝ թռչունների ներկայությունը մարդու հարևանությամբ կենսական անհրաժեշտություն է. այն լիարժեք է դարձնում մեր կողմից բնության ընկալումը: Յուրաքանչյուր ազգի մշակույթ բարձր է գնահատվում ոչ միայն նրա ստեղծած հոգևոր արժեքներով, այլև բնության նկատմամբ նրա ունեցած վերաբերմունքով: Բնությունն անմնացորդ ծառայում է մարդկությանը և պարտավորեցնում նույն նվիր-



ումով պահպանել և անաղարտ հանձնել հաջորդ սերունդներին: Բնության հանդեպ մարդու նախախնամական առաքելությունը թռչնաշխարհի ամբողջականության պահպանությունն է, դիտարկումների ու անմիջական գործողությունների միջոցով փետրավորների գոյատևման նպաստումը:

Դպրոցահասակ երեխաներն ազատ ժամերին, արձակուրդների ընթացքում կարող են ուսումնասիրել թռչունների արտաքին նկարագիրն ու կենսակերպը:»



Այս զբաղմունքը հանգստի և ժամանցի լավագույն միջոց է, որ ունի նաև գեղագիտական, ուսուցողական և ճանաչողական նշանակություն: Այդ դիտումների համար առաջին հերթին պետք է ունենալ մատիտ, ծոցատետր, լուսանկարչական ապարատ, հեռադիտակ և ամենակարևորը՝ ցանկություն:

Թռչունների վարքը նպատակահարմար է ուսումնասիրել գարնանը և ամռանը, երբ նրանք ամենակատիվ կյանքով են ապրում. այդ շրջանում զբաղված են բույն դնելով, թխսակալմամբ, ձագերի կերակրումով: Մեր հանրապետությունում թռչնատեսակները, ըստ իրենց վարքագծի, բաժանվում են հիմնականում չորս խմբի՝ նստակյացներ, բնադրող-չվողներ, ձմեռող թռչուններ և չուի ընթացքում հանդիպողներ: Նստակյացների խմբին են պատկանում 100-ից ավելի տեսակներ (կաքավներ, անգղներ, արտույտներ և այլն),

որոնք չեն չվում և մշտապես ապրում են հանրապետության տարածքի սահմաններում:

Բնադրող-չվող թռչունները մնում են այստեղ սերունդ տալու (բազմանալու) ժամանակահատվածում՝ գարնանից մինչև ուշ աշուն: Այնուհետև այդ խմբին պատկանող մոտ 130 տեսակներ չվում են դեպի տաք երկրներ՝ ձմեռելու, գարնանը վերստին հարազատ բնադրավայրերը վերադառնալու հույսով: Բնադրման շրջանում կարելի է գրանցել դրանց գարնանային և աշնանային չուի ժամկետները, հետևել բնի կառուցմանը, սերնդի խնամքին, կերակրմանը և այլն:

Թռչունների ձմեռող տեսակների թիվը հանրապետությունում չի գերազանցում 25-ը (սովորական և եղեգնուտի դրախտապաններ, սերինոսներ, կարապներ, մեծ ու փոքր սպիտակ տառեղներ, սուզակներ և այլն): Ձմեռող թռչունների խմբի ներկայացուցիչները հյուսիսային շրջաններից մեզ

մոտ են գալիս ու ձմեռում վաղ աշնանից մինչև վաղ գարուն:

Չուի ընթացքում հանդիպող թռչունների կազմն ընդգրկում է 100-ից ավելի տեսակ (ջրածիծառներ, որորների մի քանի տեսակ, կտցարներ, ճնձղագիներ, բաղեր, սագեր և այլն), որոնք գարնանը և աշնանը չուի ճանապարհին կերակրվելու և հանգստանալու նպատակով մի քանի ժամից մինչև մի քանի տասնյակ օր դադար են առնում հանրապետության տարածքի տարբեր հատվածներում: Այս ընթացքում կարելի է ուսումնասիրել դրանց կազմի պարբերական փոփոխությունները և հետաքրքիր տեղեկություններ ստանալ նրանց ժամանման և չուի ձամփան շարունակելու վերաբերյալ:

Յուրաքանչյուր տեսակի բազմացման համար անհրաժեշտ են որոշակի տարածք, կերատեսակներ, բուսական ծածկ, տեղանքի երկրաբանական կառուցվածք ու կլիմայական պայմաններ:



Ինքնատիպ է նաև յուրաքանչյուր թռչունի թռիչքը: Ալբատրոսները և մրրկահավերը թռչում են միայն ծովերի, օվկիանոսների վրայով՝ օգտվելով ջրի ալիքներից առաջացած օդի հզոր հոսանքներից: Այս թռչուններն անզոր են դառնում անտառներում: Ծովերի, օվկիանոսների վրայով չեն կարող թռչել խլահավերը, կաքավները, մայրեհավերը և այլն:

Անտառաբնակ թռչուններից շատերը չեն կարողանում բնակություն հաստատել մերկ ժայռերում կամ, ասենք, եղեգնուտի խիտ մացառներում: Պատճառն այն է, որ այստեղ սնվելու համար միջատներ չկան, բույն դնելու համապատասխան տեղեր, խտաբույսեր և այլն, որոնք բնորոշ են անտառի պայմաններին: Ճչան կարապը կամ տառեղները կարող են բնակվել միայն ջրածահձային պայմաններում: Բացառվում է նրանց բնակությունը չոր սարալանջերին, սաղարթավոր ու փշատերև անտառներում:

Սերնդագործման բնագրը թռչուններին գամում է որոշակի տեղանքի, որի շառավիղը կարող է կազմել ընդամենը 40–50 մ: Բնադրման շրջանում յուրաքանչյուր զույգին բաժին է ըկնում որոշակի տարածք, որը կոչվում է **բնադրատարածք**, որի կենտրոնում գտնվում է թռչունի բույնը, իսկ սահմանների

խախտումը դիտվում է որպես սեփական բնին կամ սերնդին սպառնացող վտանգ և կարող է հանգեցնել ընդհարումների: Գաղութում բնադրվող զույգերի բները կառուցվում են մեկը մյուսին կպած կամ միմյանցից 10-30 սմ հեռավորության վրա:

Թռչունի կենսակերպի ամբողջական նկարագիրը ներառում է՝

1. տեղանքի ընդհանուր նկարագիրը (որտեղ, երբ և ի՞նչ պայմաններում են կատարվում դիտարկումները),
2. թռչունի արտաքին տեսքն ու փետրավորման նկարագիրը,
3. կերի հայթայթման, կերակրման ձևերը և կերի բաղադրությունը,
4. երգը և նրա հաճախականությունը,
5. բնադրման ձևը և բնի նկարագիրը,
6. ձվերի քանակը և գունավորումը,
7. թխսակալման ժամկետը և տևողությունը,

8. ձագերի նկարագիրը,
9. թռչունի ետբնային կյանքը,
10. չուի նախապատրաստումը և չուն
11. ձմեռման վայրն ու պայմանները:

Մինչ թռչունի առանձին մասերի նկարագրին անցնելը, անհրաժեշտ է մոտավոր ճշտությամբ որոշել թռչունի չափերը՝ համեմատելով հանրաձանաչ որևէ թռչունի հետ (ազոավ, փոքր կամ մեծ արծիվ, հավ, բադ, սագ, ձնձղուկ և այլն): Այնուհետև ուշադրություն պետք է դարձնել թռչունի կեցվածքին, ոտքերին, մարմնի դիրքին, թևերի թափահարման ձևին ու թռիչքին:

Փետրավորման նկարագիրն անհրաժեշտ է սկսել ընդհանուր գունավորումից: Այնուհետև ցանկալի է անցնել մարմնի առանձին մասերի ձևի և գույնի նկարագրություններին: Թռչունների տարբեր տեսակների ներկայացուցիչները միմյանցից տարբերվում են պոչի չափերով և փոչածայրի կտրվածքի ձևով:

Կերակրման ձևի և կերի բաղադրությունն ուսումնասիրելիս կարևոր է նշել, թե որտեղ (անտառներում, լճերի, գետերի ափերին, բաց դաշտում) և ինչով է սնվում տվյալ տեսակը: Ի դեպ, միևնույն տարածքում ապրող երկու տարբեր տեսակի պատկանող թռչունների կերը չի կարող միատեսակ լինել, այլապես նրանց գոյությունը նույն վայրում կդառնա անհամատեղելի:





▶ Երգեցիկ թռչունները սովորաբար երգում են առավոտյան և երեկոյան ժամերին. թռչունների երգի ձայնագրությունները մեծ նշանակություն ունեն թևավորների կյանքն ուսումնասիրելիս: Երգի օգնությամբ յուրաքանչյուր թռչուն կապի մեջ է մտնում իր նմանների հետ: Հատկապես մեծ է երգի դերը բազմացման շրջանում: Առանց երգի՝ թռչունները զրկված կլինեն զույգ ընտրելու և սերունդ տալու հնարավորությունից: Չնայած դրան՝ թռչունների մի շարք տեսակներ զրկված են ձայն արձակելու ունակությունից, օրինակ՝ սպիտակ արագիլը:

Թռչունների բազմաթիվ տեսակներ ու խմբեր, բնակվելով միևնույն տեղանքում, բույնը սարքում են տարբեր նյութերից և տարբեր ձևով: Այս հատկությունը փոխանցվում է ժառանգաբար:

Տեսակներ կան, որոնք ձվադրում են ուղղակի գետնին կամ այլ թռչունների հին ու նոր բներում (կտցարներ, կկուներ, այծկիթներ, բվեր և այլն): Բները պատրաստում են խոտաբույսերի ցողուններից, ծառերի ձյուղերից՝ հաճախ օգտագործելով բուրդ, փետուր, մամուռ,

տերև, կենցաղային թափոններ, բամբակ, լաթի կտորներ, թուղթ, մետաղյա լարեր, պոլիէթիլենային թաղանթի կտորներ և այլն: Բները լինում են փակ կամ բաց և իրենց ձևով ու մեծությամբ շատ տարբեր: Փակ բներ են սարքում առավելապես փչակարճակ թռչունները, որոնք կարող են բնակվել նաև արհեստական թռչնաբներում: Օրինակ՝ ծիծեռնակները, սիտեղները սարքում են փակ բներ՝ ցեխը ծեփելով ժայռերի, քարերի կամ շինությունների պատերին: Այս տիպի բներն ունեն մուտքի անցք՝ թռչնի չափսերին համապատասխան: Թռչունների մեծ մասը հյուսում կամ սարքում է բաց բներ. դրանք նման են կիսագնդի, և մուտքը հնարավոր է բոլոր կողմերից:

Թռչունների սաղմը զարգանում է ձվում, ինչպես սո-

ղուններինը: Խոշոր թռչունների մեծ մասը դնում է 1-5 ձու, իսկ մանր թռչունները, ինչպես և երգեցիկները՝ 3-15 ձու: Հավազգիների ձվերի քանակը հասնում է 25-30-ի: Ձվերը հիմնականում էլիպսաձև են կամ կլորավուն: Փչակներում և փակ բներում բնադրող թռչունների ձվերը, որոշ բացառությամբ, սպիտակ են՝ առանց պտերի, իսկ բաց տիպի բնադրվող թռչունների ձվերը առավելապես պտավոր են: Ձվի նկարագիրը պետք է սկսել ընդհանուր գունավորումից, այնուհետև նկարագրել պտավորման աստիճանը, պտերի գույնը, չափը և դասավորությունը:

Թխակալում են հիմնականում էգ թռչունները, սակայն չի բացառվում նաև արուի մասնակցությունն այս կարևոր գործին: Ձագի ծնվելու նախօրեին ձվի բուրբ հատվածում



նկատվում է 1-3 մմ տրամագծով աստղաձև ձաք: Դա նշանակում է, որ մի քանի ժամվա կամ 1-2 օրվա ընթացքում ձագը դուրս է գալու: Տարբեր թռչունների ձագերը ծնվում են զարգացման տարբեր աստիճանով: Ընծղուկանմանների, բվերի, գիշատիչ թռչունների ձագերը լինում

են թերի զարգացած, հաճախ լերկ մաշկով, աղվափետուրով, թույլ զարգացած կտուցով և վերջավորություններով: Սագերի, բաղերի, սուզակների, որորների և հավազգի թռչունների ձագերը ծնվում են զարգացած կտուցով, հետին վերջավորություններով, աչքերը բաց վիճակում, մարմինը խիտ աղվափետուրով ծածկված: Այս թռչունների ձագերը բնում զարգանալու կարիք չունեն, լույս աշխարհի գալուց մեկերկու օր անց ծնողների ուղեկցությամբ հեռանում են բնից և մինչև թռչելու ունակություն ձեռք բերելը գտնվում են նրանց հսկողության ու խնամքի տակ:



թռչուններ հանրապետությունում խիստ հազվադեպ էին ու սակավաթիվ, ինչի վրա հատկապես բացասաբար անդրադարձավ Սևանա լճի մակարդակի իջեցումը: Արարատյան հարթավայրում արհեստական ջրամբարների ստեղծումն ու ձկնաբուծության զարգացումը նպաստեցին ոչ միայն հազվագյուտ տեսակների, այլև ջրածահձային թռչունների բազմաթիվ

մշտական բնակիչներ են դարձել նաև սև կեռնեխն ու կանաչ սերինոսը:

Սերմնաքաղը, սպիտակ արագիլը՝ նախկինում որպես չվողներ, գաղթում էին դեպի տաք երկրներ, այժմ դրանց 80 %-ը կերի առատության շնորհիվ փոխել է կենսակերպը և դարձել նստակյաց: Ինչ խոսք, որ թռչունների վարքագծի փոփոխմանը նպաստում է մարդու տնտեսական գոր-

տեսակների վերականգնմանը (մարմարյա մրտիմն, սուլթանական հավ, հավալուսն, ձկնկուլ, տառեղ և այլն): Թռչունների ներգրավման լավագույն միջոց է արհեստական թռչնաբների տեղադրումը պուրակներում, այգիներում, անտառներում և այլուր: Թռչնաբները պատրաստվում են տարբեր նյութերից, որոնցից ամենամատչելին և հարմարը

Թռչունների այն տեսակները, որոնք կենսաբանորեն ավելի ձկուն են ու կարողանում են հարմարվել նորաստեղծ պայմաններին, ապրելով մարդու հարևանությամբ, կոչվում են **սինանտրոպներ**: Մեր հանրապե-



տությունում, մասնավորապես Արարատյան հարթավայրում սինանտրոպ տեսակներ են ագռավը, սերմնաքաղը, թխակապույտ աղալնին, ճնձղուկը, մանգաղաթևը, կաչաղակը, սպիտակ արագիլը, փոքր տատրակը և այլն: Վերջին 10-15 տարիների ընթացքում երևան քաղաքի

ծունեությունը: Կաչաղակները մեծ թիվ են կազմում Սևանա լճի ավազանի անտառաշերտերում և հսկայական վնաս են բերում ճնձղուկանմաններին՝ ոչնչացնելով դրանց ձվերը, ձագերը և նույնիսկ հասուն անհատներին:

Մինչև վերջին 20-25 տարիները ջրածահձային շատ

փայտն է: Կարելի է թռչնաբներ սարքել նաև փրփրապլաստից (пенопласт), որի մի շարք տեսակներն իրենց ամրությամբ չեն զիջում փայտանյութին: Սինթետիկ այս նյութն անձրևներից ու խոնավությունից չի ձևափոխվում, չի փտում, մատչելի է մշակման համար:



▶ Արհեստական բները հիմնականում նախատեսվում են երաշտահավերի, փայտփորների, սարյակների, արշալուսիկ, ճանձորս տեսակների համար: Երաշտահավերի բները ավելի փոքր են և կարող են զբաղեցվել նաև փչակաբնակ այլ տեսակների կողմից:

Թռչնաբները տեղադրվում են գետնից 5–7 մ բարձրության վրա: Առանձին բների միջև հեռավորությունը պետք է լինի 20 մ ոչ պակաս: Բներն ամրացվում են ուղղահայաց դիրքով, ծառի հիմնական բնի կամ հաստ ճյուղի վրա: Թռչնաբները կախելու համար նպատակահարմար են անտառեզրի ծառերը: Բացի սարյակների և երաժշտահավերի համար նախատեսված արհեստական բներից՝ պատրաստվում են նաև կիսափչակներ, որոնք նախատեսված են մասնավորապես ճանձորսների տեսակների համար: Այս դեպքում բնի խորությունը կազմում է ընդամենը 5 սմ, որի թռիչքային անցքը կլորի փոխարեն ուղղանկյուն է: Կարևոր նշանակություն ունեն նաև արհեստական կերահարթակները կամ կերասեղանիկները, որոնք հիմնականում նախատեսված են աշնանը և ձմռանը թռչուններին լրացուցիչ կերակրելու համար: Կերահարթակներն

ամրացվում են ծառերի բարձր ծյուղերին, պատշգամբի գոգին, շենքի քիվերին և այլուր: Հատիկակեր թռչուններին կերակրելու համար կերը պետք է լցնել մաճնի շշի մեջ և շիշը գլխիվայր ամրացնել կերահարթակի վրա այնպես, որ շշի շուրթերը կերահարթակից բարձր մնան 1 սմ չափով: Ձմռանը թռչունների համար սննդարար կեր է համարվում խոզի ձարալը, որի կտորները շարված թելի կամ մետաղյա լարի վրա կախվում են ծառերի ծյուղերից:

Մեր հանրապետությունում սպիտակ արագիլներն Արարատյան հարթավայրում բնադրում են նորակառույց շենքերի տանիքներին, բարձր լարման էլեկտրասյուների, երկա-

թուղային կայարանների բետոնե հենակների վրա և նման տեղերում՝ հաճախ լուրջ վթարների պատճառ դառնալով: Բարձր լարման էլեկտրասյուների վրա գտնվող բներն անձրևից խոնավանում ու կարճ միացման հետևանքով հրդեհվում են՝ առաջացնելով էլեկտրահոսանքի խափանումներ: Արագիլները բույն են դնում նաև շենքերի տանիքների անկյուններում: Այս դեպքում ծավալուն բույնն արգելակում է անձրևաջրերի ազատ հոսքը, որի պատճառով ջուրը, թափանցելով ներս, խարխլում է պատի շարվածքը, քայքայում ծեփը: Նման տեղերում արագիլների բնադրումը կանխելու համար առաջարկվում է տեղադրել բրգաձև կանխարգելիչ հարմարանք՝ 50–80 սմ բարցրությամբ և 40–50 սմ հիմքի տրամագծով: Բրգաձև արգելիչ հարմարանքները պատրաստվում են նրբատախտակից, փայտից, թիթեղից և այլ նյութերից: Դրանք տեղադրվում են շենքի տանիքի անկյուններում և այն վայրերում, որտեղ անհրաժեշտ է արգելակել արագիլների բնադրումը: Այդ նպատակով մենք կանխատեսում ենք հատուկ բնադրահարթակների տեղադրում, որպեսզի ապահովի թռչնի սերնդի և շենքի անվտանգությունը: ■



ՏԼՈՐԻԳԵՆԸ ՆՈՒՅՆԱԿԱՆԱՑՎԱԾ Է

Շվեդիայի գյուղատնտեսական համալսարանի Բուսաբանական կենտրոնի գիտնականները հայտարարել են, որ լուրջ քայլ է կատարվել բույսերի ծաղկման շրջանը վերահսկող համակարգի աշխատանքի մեխանիզմն ըմբռնելու հարցում:

“Science” հանդեսում հրապարակված հոդվածում շվեդ գիտնականները ապացուցել են, որ բույսը կարող է ծաղկել միայն այն բանից հետո, երբ դրա տերևներում առաջանում է փոքրի մոլեկուլ, որի գոյությունը կանխատեսվել է դեռևս XX դարի 30-ական թթ., իսկ խորհրդային գիտնական Մ.Խ.Չայլախյանը (1902-1991) այդ մոլեկուլի համար առաջարկել է **ֆլորիգեն** տերմինը: «Երբ այդ մոլեկուլը տերևներից հասնում է կոկոն, «միանում է» ծաղկման մեխանիզմը», - նշում են շվեդացի գիտնականները: Վերջիններիս հաջողվել է նույնականացնել Չայլախյանի և նրա հետևորդների կողմից նկարագրված ֆլորիգենի գործառույթները կատարող մոլեկուլը: Այն գոյանում է FT գենի օգնությամբ, որը գտնվում է տերևներում և ենթարկվում է արևի կողմից թելադրվող ժամացույցին: Գենի ակտիվա-

ցումը հանգեցնում է մոլեկուլի սկզբնավորմանը, և այն անմիջապես ուղղվում է դեպի ծաղկի կամ ծաղիկոկոնը: Տեղ հասնելով՝ մոլեկուլը հրամայում է սկսել ծաղկումը:

Այս մոլեկուլի գոյության փորձարարական հաստատումը շվեդացի գիտնականները ստացել են գենետիկների կողմից սիրված արաբիդոպսիս բույսի համար, սակայն նրանք համոզված են, որ երկրորդական հատկանիշները հիմք են տալիս ենթադրելու, որ ստացված արդյունքը կարող է անմիջականորեն կիրառվել նաև բույսերի այլ տեսակների համար:

Բույսերի ծաղկման մեխանիզմի աշխատանքի սկզբունքների ըմբռնումը կօգնի մշակել ծաղկման ժամանակահատվածի կառավարման նոր ձևեր, որն արդեն վաղուց է հետաքրքրում թե՛ գյուղատնտեսներին, թե՛ անտառապահներին:

* <http://www.inauka.ru/science/article56069/print.html>



ԱՄԵՐԻԿԱՅԻ ԲԺԻՇԿՆԵՐԸ ՍՈՎՈՐԵՑՐԵԼ ԵՆ ՇՆԵՐԻՆ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐԵԼ ԶԱՂՑԿԵՂՈՎ ՀԻՎԱՆԴ ՄԱՐԴԿԱՆՑ

Ամերիկացի բժիշկները սովորեցրել են շներին հոտով հայտնաբերել կրծքի և թոքերի քաղցկեղով հիվանդ մարդկանց: Մի քանի շաբաթ շարունակ երեք լաբորատորների և պորտուգալական երկու ջրաշների վարժեցնում էին տարբերել քաղցկեղով հիվանդների և առողջ մարդկանց արտաշնչած օդի հոտը: Փորձերի ժամանակ շներին առաջարկել են «ախտորոշել» թոքերի քաղցկեղով 55 հիվանդի, կրծքի քաղցկեղով՝ 31 և 83 առողջ մարդկանց:

Շները հիվանդների շնչառությամբ թոքերի քաղցկեղ հայտնաբերել են 99 %-ի դեպքում, կրծքի քաղցկեղ՝ 88 %-ի: Ընդ որում, տագնապալի կեղծ ազդանշանների քանակը կազմել է ընդամենը 1-2 %: Սակայն դեռ պետք է ստուգել շները արձագանքում են բուն քաղցկեղին, թե հիվանդության ավելի ընդհանուր ախտանիշներին, օրինակ, բորբոքմանը:



* <http://www.inauka.ru/news/article60765.html>



համար Սպարտան հեռացվեց խաղերից և ենթարկվեց հսկայական տուգանքի:

Հին հույների համար սպորտը կենսակերպի մի մասն էր: Անգամ թաղման արարողության ժամանակ հանգուցյալի պատվին կազմակերպում էին մարզական մրցումներ: Իսկ տոնախմբությունների ժամանակ դրանց կազմակերպումը պարզապես աստվածների կամքն էր: Ի դեպ, աստված-

Մեր թվարկությունից առաջ առաջին հազարամյակի կեսերին Հունաստանում անցկացվում էին մարզական բազմաթիվ մրցումներ: Դրանցից չորսը, չհաշված Օլիմպիական խաղերը, մտնում էին համահունական մարզաձևերի մեջ: Դրանց թվում էին Ջևսի սիրելի դստեր՝ Աթենասի պատվին կազմակերպվող մեծ Պանաթենականները, որոնք, ինչպես և Օլիմպիադաները, անցկացվում էին Աթենքում չորս տարին մեկ: Նախապես այդ մրցումներին մասնակցում էին միայն ատլետները, իսկ հետագայում՝ Պերիկլեսը, որի օրոք Աթենքը հասավ հզորության գագաթնակետին, ընդլայնեց խաղերի ծրագիրը՝ մտցնելով երգեցողության, քնար և ֆլեյտա նվագողների մրցումներ, բանաստեղծների և հոետորների ելույթներ:

Պական ժողովրդականություն չէին վայելում ծովերի աստված Պոսեյդոնին նվիրված Իսթիական խաղերը, որոնք անցնում էին Կորնթոսյան ծովածոցի ափին:

Համահունական էին համարվում նաև Նեմեյան խաղերը, որոնք անցկացվում էին Պելոպոնես թերակղզու Նեմեյան հովտում, որտեղ, ըստ առասպելի, բնակվում էր երբեմնի անպարտելի առյուծը, որին, այնուամենայնիվ, խեղդեց Հերակլեսը: Դա առաջինն էր նրա տասներկու սխրանքներից:

Բայց ամենագլխավորը համարվում էին Օլիմպիական խաղերը: Այս մրցումները պարզապես համազգային միջոցառում չէին. դրանցով էին կատարվում տարեթվարկումը: Օլիմպիական խաղերն ունեին մի առանձնահատկություն. խաղերի ընթացքում ողջ Հունաստանում պատերազմող պոլիսների միջև հայտարարվում էր սրբազան զինադադար՝ էկեհերիա: Այսպես էր գրված Սպարտացի Լիկուրգոսի և Էլիդացի Իփիթոսի միջև մ.թ.ա. 884 թվականին կնքված պայմանագրում: Այդ կանոնը խախտվել էր միայն մեկ անգամ, որը ցնցում էր առաջացրել ողջ Հունաստանում: Մ.թ.ա. 420 թվականին էկեհերիայի ժամանակ Սպարտան հարձակվել էր Աթենքի դաշնակից Էլիս քաղաքի վրա: Նման սրբապղծության

ները, նրանց էին նվիրվում բոլոր մարզական խաղերը: Մարմնամարզությունը ժամերգության մի մասն էր, կրոնական ծեսերի պարտադիր տարրը:

Բուն ֆիզիկական մշակույթը կազմում էր աճող սերնդի դաստիարակության անբաժանելի մասը: Երեխաների ֆիզիկական դաստիարակությունը սկսվում էր յոթ տարեկանից պալեստրայում կամ այլ կերպ՝ գիմնասիայում: Այդպես էր կոչվում մարմնամարզության պարասմունքների համար նախատեսված վայրը: Գիմնասիաներում պարասպում էին մերկ (հունարենից *gymnos- մերկ*): Անտիկ մարմնամարզությունը խարսխված էր չորս սկզբունքների վրա՝ աճող սերնդի մեջ հիգիենիկ և ռազմական ունակությունների, գեղագիտական և բարոյական սկզբունքների դաստիարակություն: Չուր չէ, որ Օլիմպիական խաղերին չէին կարող մասնակցել դատի տակ գտնվող կամ որևէ բանով իրենց հեղինակությունն արատավորած ատլետները:

Հույների համար մարմնամարզությունը զուգակցվում էր

* <http://www.inauka.ru/fact/article49338.html>

հիմնականում բարոյական կատարելությանը. խաղերում հաղթելը նախ և առաջ բարոյական հաղթանակ էր, ոչ միայն հակառակորդի, այլև սեփական անձի հաղթահարումը: Գիմնասիաներն արմատապես տարբերվում են մեր մասնագիտացված մարզադպրոցներից, որտեղ, փաստորեն, պատրաստում են ապագա չեմպիոնների: Հին Հունաստանում երեխաների ֆիզիկական դաստիարակությունը քաղաքացու դաստիարակության բաղադրիչ մասն էր: Ահա թե ինչու մանկավարժի աշխատանքը մեծ հարգանք էր վայելում. որպես դաստիարակ ընտրում էին առավել հարգարժան և կրթված մարդկանց: Պլատոնի «Գորգիայում» ֆիզկուլտուրայի ուսուցիչն ասում է, որ ցանկանում է քաղաքացիներին դարձնել նախ և առաջ գեղեցիկ և հետո միայն՝ ուժեղ:

Ի դեպ, Պլատոնն ինքը երիտասարդ հասակում մասնակցել է Իսթմիական խաղերին: Կուփամարտում հաղթելու համար դափնեպսակի է արժանացել մեծն Պյութագորասը: Մարզական սխրագործության համար բարձրագույն մրցանակներ էին ստացել հռչակավոր Սոկրատեսը, ողբերգակ բանաստեղծներ Սոֆոկլեսն ու Եվրիպիդեսը:

Կարևոր է նշել, որ գիմնասիաներում համատեղում էին ուսուցումը և, այսպես կոչված, ազոնիստիկան (**ազոն- մարտ, մրցում**): Մրցության ձգտումը հասարակական կյանքի գրեթե բոլոր բնագավառներում հունական կենցաղի հատկանիշն էր. այն դարձել էր աշխարհայացք ու կենսակերպ: Մրցում էին մարմնամարզության, երգի, երաժշտական գործիքներ նվագելու, պարի, բանաստեղծություններ կարդալու, հոետորական ձևերի և այլ ոլորտներում թե՛ մե-

ծահասակները, թե՛ երեխաները: Մանկական ազոնները նույնիսկ ավելի գրավիչ էին, քանի որ դրանց երկրպագուների դերում հանդես էին գալիս նախ և առաջ երեխաների ծնողներն ու մերձավորները:

Պատմության մեջ առաջին գրանցված օլիմպիականը խոհարար Կորեբն էր, որը դարձել էր ստադիոդրոմի՝ մեկ ստադի (192 մ, այստեղից էլ՝ բոլորին հայտնի **ստադիոն** բառն է) տարածության վրա վազքի չեմպիոն՝ վազելով ավլոսների նվագի տակ: Այդ գործիքը ստեղծել էր Օլիմպոս խորհրդանշական անունով ականավոր երաժիշտը ոչ ուշ, քան 750 թ. մ.թ.ա.:

Երեխաները խաղերին մասնակցում էին մեծահասակներին համահավասար, ինչպես նաև մեծահասակների հետ հետևում էին խաղերին մարզադաշտի տրիբունաներից: Ի դեպ, Օլիմպիայի մարզադաշտում կարող էին տեղավորվել 40 հազար հանդիսատեսներ. մուտքը անվճար էր:

Օլիմպականը ոչ թե պարզապես Օլիմպիական խաղերի հաղթող էր, նա համարվում էր «կալոս կազատոս» (բառացի՝ **գեղեցիկ վեհ մարդ**), բազմակողմանիորեն զարգացած անհատ, որը գեղեցիկ էր ոչ միայն մարմնով, այլև հոգով: Հին Հունաստանում օլիմպականները ոչ միայն երկրպագուների կուռքն էին, այլ «մտքերի տիրակալներ», նմանական օրինակ:

Մ.թ.ա. 146 թվականին հպատակեցված հելլենների կյանքում հռոմեացիները մտցրին առևտրի ոգի: Սահմանվեցին դրամական պարզևներ, Խաղերին սկսեցին մասնակցել միայն պրոֆեսիոնալները: Կայսրության քրիստոնեացման սկզբին Օլիմպիական խաղերը կազմակերպիչների համար վերջնականապես վե-



րածվեցին հույժ շահութաբեր ձեռնարկման, մինչև արգելվեցին հռոմեական կայսր Թեոդոս I Մեծի կողմից՝ որպես հեթանոսության մնացուկ: Այդ նույն քրիստոնյա տիրակալը կարգադրել էր հրդեհել Ալեքսանդրյան գրադարանը:

Հանրահայտ ծշմարտություն կա, որ Օլիմպիական խաղերը վերակենդանացվել են Պիեռ դը Կուբերտենի նախաձեռնությամբ: Դա և՛ այդպես է, և՛ այդպես չէ: Առաջինը, ով հիշել էր Խաղերի մասին, թուրքական տիրապետության դեմ հույների ազատագրական պայքարի վետերան Եվանգելիս Զիպասն էր: Սեփական միջոցներով նա վերականգնեց Աթենքի հինավուրց մարզադաշտը և 1859 թ. կազմակերպեց այստեղ վերածնված առաջին Օլիմպիական խաղերը: Այդ նախաձեռնությունն աջակցություն չստացավ, բայց 1870 թ.՝ արդեն նրա մահից հետո, Խաղերն ունեցան փայլուն հաջողություն: Ճիշտ է, դրանք ունեին միայն համահունական բնույթ: Կուբերտենը համաշխարհային թափ տվեց դրանց: Առաջին Օլիմպիական խաղերը, որտեղ, Հունաստանից բացի, մասնակցեցին ևս 12 երկրներ (ԱՄՆ, Մեծ Բրիտանիա, Գերմանիա, Ֆրանսիա, Շվեդիա, Շվեյցարիա, Դանիա, Զիլի, Բուլղարիա, Հունգարիա, Ավստրիա և Ավստրալիա) տեղի ունեցան նույն Աթենքում 1896 թ.:

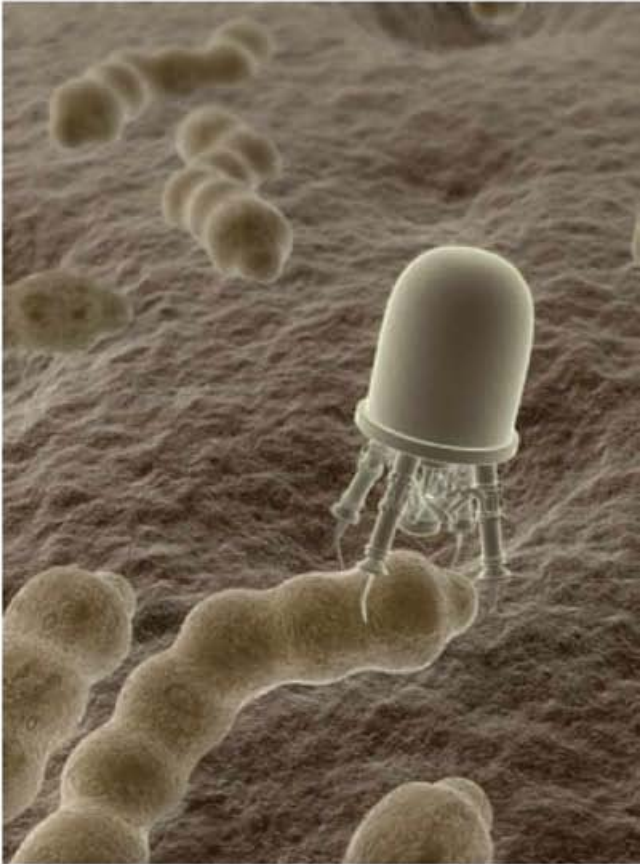


ԳԱԳԻԿ ՇՄԱՎՈՆՅԱՆ

Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, Հայաստանի պետական ծարտարագիտական համալսարանի «Միկրոէլեկտրոնիկա և կենսաբժշկական սարքեր» ամբիոնի դոցենտ Գիտական հետաքրքրությունների ոլորտը՝ նանոտեխնոլոգիա և նանոէլեկտրոնիկա, էպիտաքսային աճեցում, էլեկտրոնային մանրադիտակներ, նանոէլեկտրոնային սարքեր
Էլ. փոստ: gshmavon@yahoo.com

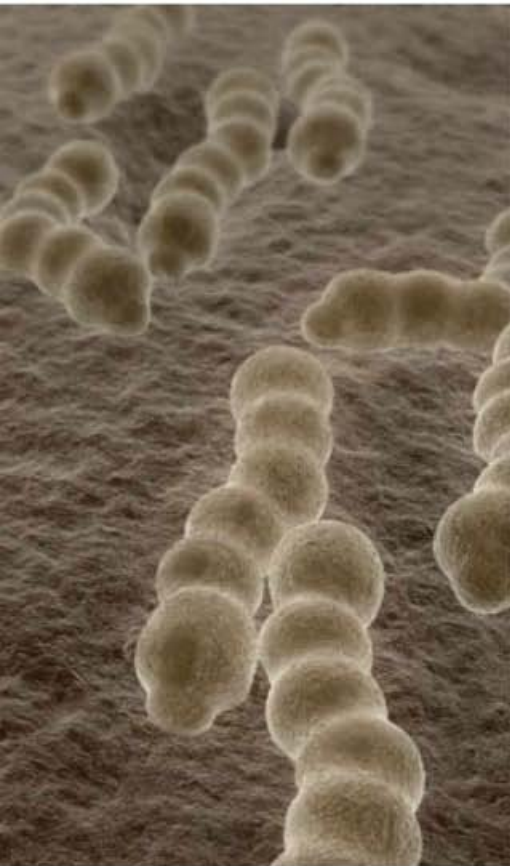
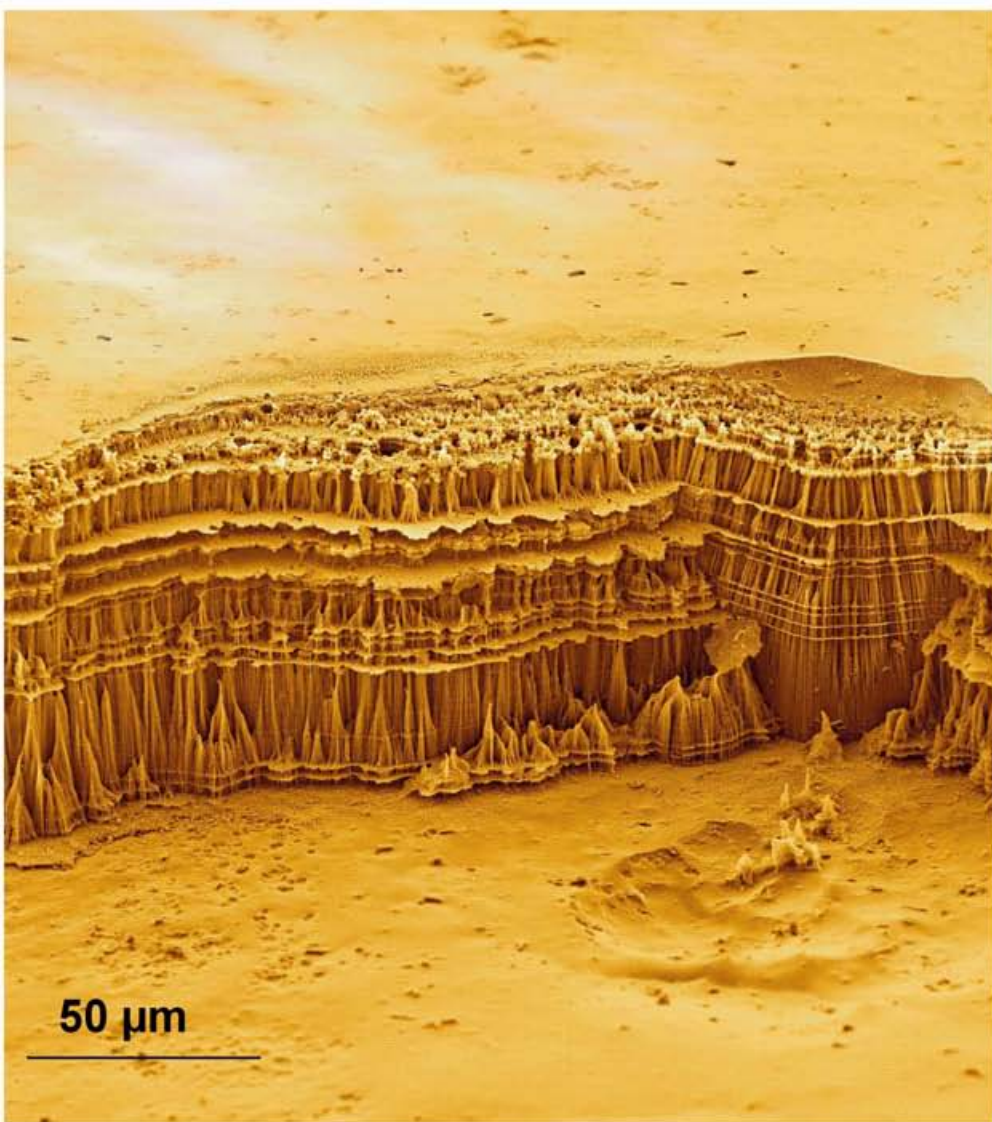
ԶԱՐՄԱՆԱՀՐԱՇ ՆԱՆՈՒՇԽԱՐՀ

Տեղեկատվական և բարձր տեխնոլոգիաների զարգացումը, անցումը միկրոէլեկտրոնիկայից դեպի նանոէլեկտրոնիկա, կիսահաղորդչային սարքերի բնութագրերի բարելավման ասպարեզում առաջադրվող նոր պահանջների իրագործումը հիմնականում պայմանավորված են ոչ թե նյութերի էլեկտրական, օպտիկական, ֆոտոէլեկտրական հատկությունների և սարքերի կատարելությամբ, այլ արհեստական կիսահաղորդիչների ու բազմաշերտ հետերոկառուցվածքների հիման վրա ստեղծված սարքերի կատարելագործմամբ: Վերջին տարիներին բուռն թափով ուսումնասիրվում են նանոկառուցվածքները՝ շնորհիվ իրենց հատկությունների, բյուրեղական բարձր որակի և կիրառական նշանակության: Նանոկառուցվածքների ուսումնասիրությունների արդյունքները բավական լուրջ առաջընթաց ապահովեցին նանոմետրական մասշտաբի էլեկտրոնային և ֆոտոնային սարքերի ստեղծման համար: Տարատեսակ նանոկառուցվածքների պատրաստման համար մշակվեցին աճեցման պայմաններով, հարթակների ֆիզիկական վիճակով և կատալիզատորների տեսակով պայմանավորված առանձնահատուկ մեթոդներ: Էպիտաքսային աճեցման ներկայիս մեթոդները՝ մոլեկուլային փնջային էպիտաքսիայի և մետաղօրգանական միացությունների



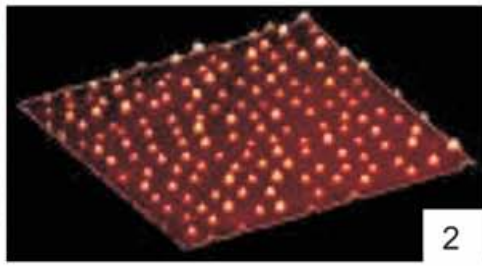
գոլորշիների նստեցման քիմիական եղանակները, թույլ են տալիս մեծ ձշտությամբ մեկ մենաշերտ աճեցնել հարթակի վրա, ինչպես նաև սինթեզել արհեստական բյուրեղական կառուցվածքներ՝ գերցանցեր, քվանտային կետեր (զրոչափայնության նանոկառուցվածք), քվանտային լարեր (միաչափ նանոկառուցվածք) և քվանտային փոսեր (երկչափ նանոկառուցվածք)¹:

¹ Է. Ղազարյան, Բ. Սարգսյան, Էլեկտրոնիկան Երեկ, այսօր, վաղը// Գիտության աշխարհում, N 1, էջ 16-29, 2008: Է. Ղազարյան, Ա. Կիրակոսյան// Գիտության աշխարհում, N 1, էջ 18, 2005: Վ. Զարոբյունյան, Ս. Զարոբյունյան// Գիտության աշխարհում, N 2, էջ 19, 2005: Գ. Շմավոնյան// Գիտության աշխարհում, N 1, էջ 53-60, 2007, ինչպես նաև Է. Ղազարյան, Ս. Պետրոսյան, Կիսահաղորդչային նանոէլեկտրոնիկայի ֆիզիկական հիմունքները, Ռուս-հայկական (Սլավոնական) համալսարանի հրատարակչություն, Երևան, 422 էջ, 2005:

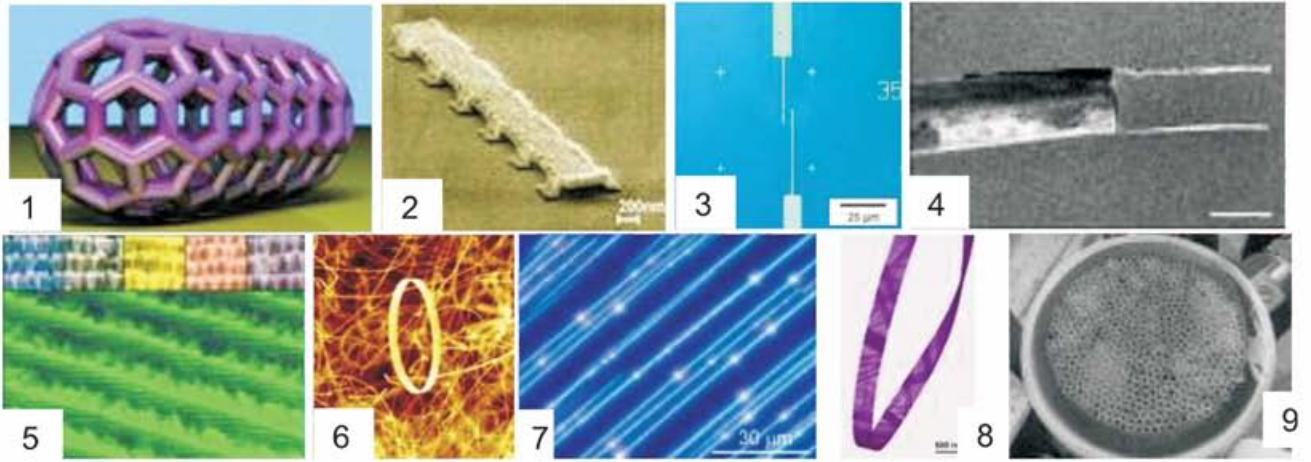


ՆԱՆՈԱՇԽԱՐՀԻ ԳԵՂԵՑԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

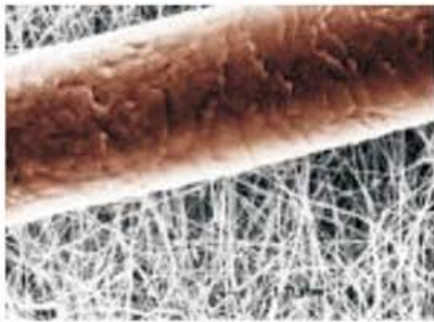
Էպիտաքսային աճեցման ներկայիս բարդ տեխնոլոգիաներով աճեցվում են ոչ միայն նանոկառուցվածքներ (նկ. 1), այլև դրանց ոչ ավանդական ընտանիքները (նկ. 2)՝ նանոխողովակ, նանոկամուրջ, նանոբեղիկ, նանոնրբունելի, նանոզանգ, նանոսղոց, նանոգոտի, նանոմանրաթել և նանոգտիչ: ▶



Նկ. 1. Նանոկառուցվածքների տեսածրող էլեկտրոնային մանրադիտակային (ՏԷՄ) պատկերներ, 1 - նանոլարեր, 2 - նանոկետեր



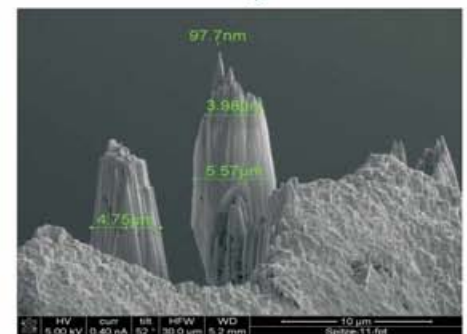
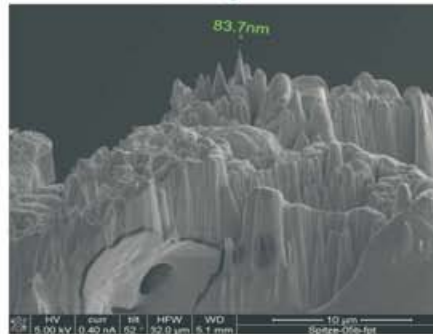
Նկ. 2. Տարբեր նանոկառուցվածքների SEU պատկերներ, 1 - նանոխողովակ, 2 - նանոկամուրջ, 3 - նանոբեղիկներ, 4 - նանոնրրունելի, 5 - նանոսղոց, 6 - նանոզանգ, 7 - նանոմանրաթելեր, 8 - նանոգոտի, 9 - նանոզտիչ



Նկ. 3. Մարդու մազի և նանոմանրաթելերի բաղդատական պատկերը

Նկ. 3-ում ներկայացված է մարդու մազի (~60 մկմ տրամագծով) համեմատությունն օպտիկական նանոմանրաթելերի (տասնյակ նանոմետր տրամագծով) հետ:

Շատ հետաքրքրական է նանո-, միկրո- և մակրոաշխարհների համեմատությունը, որի սխեմատիկ պատկերը բերված է նկ. 4-ում, որտեղ պարզ երևում է, որ երկիր/խնձոր և խնձոր/ատոմ չափսերի հարաբերությունները նույն կարգի են, միմյանցից տարբերվում են 100 միլիոն անգամ և որոշվում են

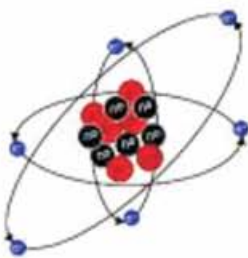


Նկ. 5. Հայրենի բնաշխարհի համեմատությունը նանոաշխարհի հետ

$$\frac{d_3}{d_2} = \frac{d_2}{d_1} = 10^8$$

առնչությամբ, որտեղ d_1 , d_2 և d_3 -ը համապատասխանաբար ատոմի, խնձորի և երկրի տրամագծերն են:

Բացի այդ, շատ հետաքրքրական է նաև մակրոաշխարհի բնապատկերների և նանոաշխարհի SEU պատկերների համեմատությունը (նկ. 5): Ինչպես տեսնում ենք, երկու աշխարհ-



10^8
Թ



10^8
Թ



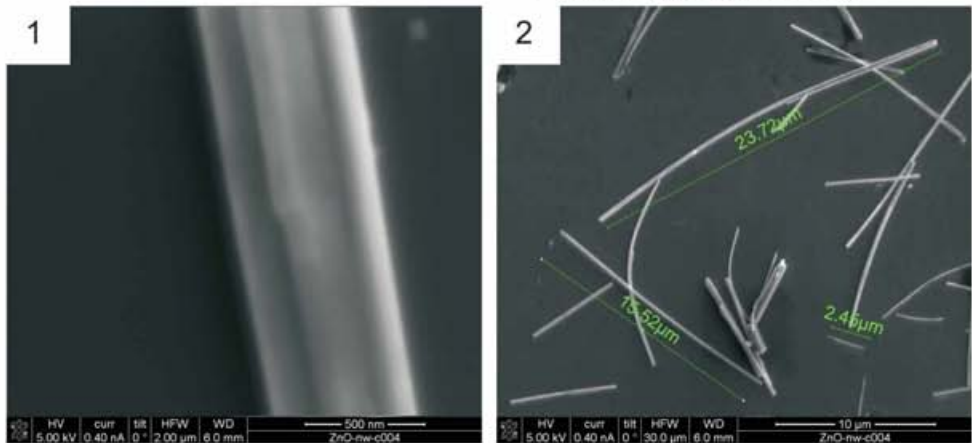
Նկ. 4. Լանո-, միկրո- և մակրոաշխարհների համեմատությունը

ներն իրենց գեղեցկությամբ միմյանց չեն զիջում. նանոաշխարհը նույնքան հրաշալի ու գեղեցիկ է, որքան բնաշխարհը: Համոզվեք ինքներդ:

ՆԱՆՈՒԼԱՐԵՐ՝ ՆԱՆՈՒԼԵԿՏՐՈՆԱՅԻՆ ՍԱՐՔԵՐԻ ՀԱՄԱՐ

Որակապես նոր սարքեր կարելի է նախագծել էպիտաքսային մեթոդով աճեցված նանոկառուցվածքներով:

Աձեցման էպիտաքսային տեխնոլոգիաների միջոցով միկրոէլեկտրոնային սարքերից ժամանակակից նանոէլեկտրոնային սարքերին անցումը թե՛ գիտահետազոտական և թե՛ արտադրական տեսանկյուններից պահանջում է չափսերի փոքրացման պատճառով ի հայտ եկող նոր երևույթների և օրինաչափությունների ձգգրիտ հետազոտում: Ցածր չափայնությամբ կիսահաղորդչային կառուցվածքներով սարքեր նախագծելիս և ստեղծելիս արդիական է մի քանի ատոմական շերտերի վրա կազմավորվող կիսահաղորդչային կառուցվածքների ձգգրիտ չափսերի ապահովման խնդիրը: Այսպիսով՝ արդիական է ինչպես ցածր չափայնությամբ համակարգերի՝ նանոհետերոկառուցվածքների օպտիկական, ֆոտոէլեկտրական և այլ հատկությունների իմացությունը, նանոմասշտաբային հետազոտումը էլեկտրոնային մանրադիտակներով և մակերևութային վերլուծական եղանակներով, նանոկառուցվածքներում քվանտային նոր երևույթների հայտնաբերումը, նանոկառուցվածքների ուսումնասիրման նոր եղանակների առաջադրումը, այնպես էլ կիսահաղորդչային նանոկառուցվածքային նոր սերնդի սարքերի նախագծումը և ստեղծումը: Նանոկառուցվածքային սարքերը



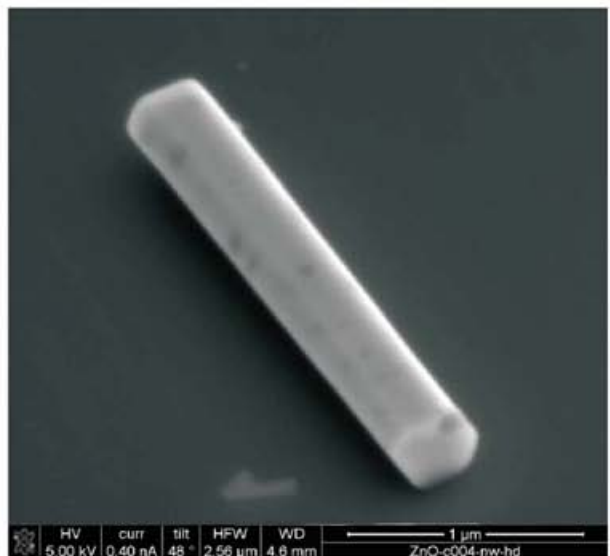
Նկ. 6. ZnO առանձին և խմբային ՆԼ-ների SEU պատկերները

ներկայումս կիրառվում են ռազմական ոլորտում, տիեզերքում, ծովի հատակում և կենցաղում:

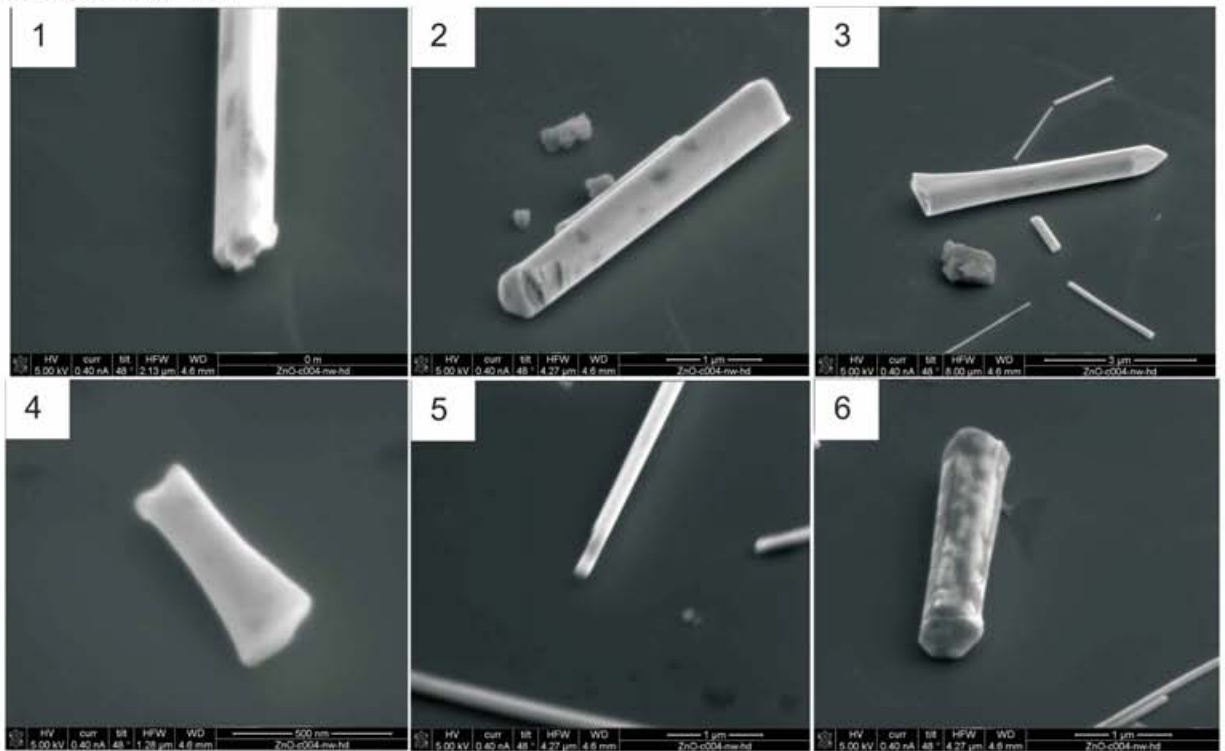
Լրացուցիչ տարածական սահմանափակումը նանոկառուցվածքներում փոխում է դրանց օպտիկական հատկությունները հոծ բարակ թաղանթների համեմատ: Նանոլարերի (ՆԼ) ստացման տեխնոլոգիայում երկու ուղղությամբ տարածական սահմանափակվածությունն առաջացնում է դժվարություններ՝ ՆԼ-ների երկայնքով համասեռ նմուշներ ստանալու համար: ՆԼ-ները ստանալուց հետո շատ կարևոր է ստուգել նմուշների որակը՝ համասեռությունը և այլն: Տեսաձրող էլեկտրոնային (ՏԵՄ) և տեսաձրող թունելային (ՏԹՄ) մանրադիտակները հնարավորություն են տալիս հետազոտել ՆԼ-ների համասեռությունը: Կախված էպիտաքսային աճեցման պայմաններից՝ կարելի է աճեցնել առանձին, խմբային, կատարյալ և ոչ կատարյալ ՆԼ-ներ: Կատարյալ ՆԼ նշանակում է կանոնավոր կողմերով և հարթ մակերևույթներով, իսկ ոչ կատարյալ՝ անկանոն կողմերով և խորդուբորդ մակերևույթներով, ոչ հաստատուն լայնությամբ, վնասվածքներով և մասնիկներով:

Նկ. 6-8-ում բերված են Si-ի հարթակի վրա գոլորշու փուլից էպիտաքսիայի եղանակով աճեցված առանձին ու խմբային (նկ. 6), ինչպես նաև կատարյալ (նկ. 7) ու ոչ կատարյալ (նկ. 8) ZnO ՆԼ-ների SEU պատկերները: Ընդ որում, ՏԵՄ պատկերի ներքևի աջ անկյունում բերված են ինչպես պատկերի մասշտաբը, այնպես էլ ՏԵՄ պարամետրերը:

Ներկայումս բավական դժվար է տեսաձրող թունելային մանրադիտակով (ՏԹՄ) ստանալ ՆԼ-ներ



Նկ. 7. ZnO կատարյալ առանձին ՆԼ-ի SEU պատկերը

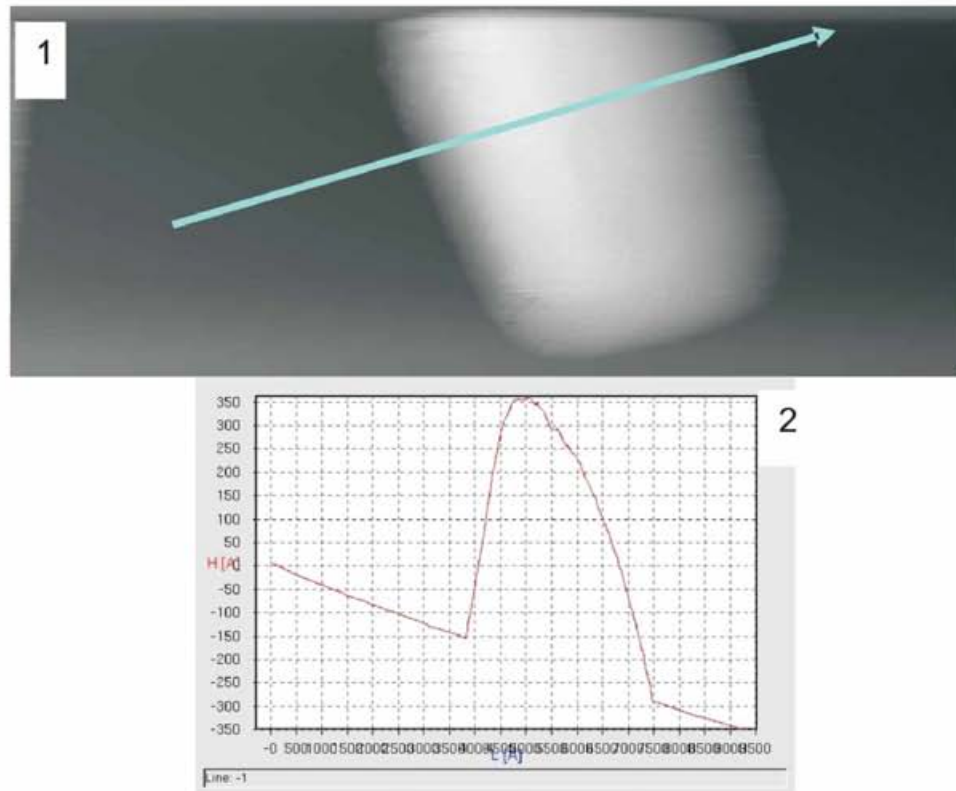


Նկ. 8. ZnO ոչ կատարյալ առանձին ՆԼ-ների ՏԵՄ պատկերները

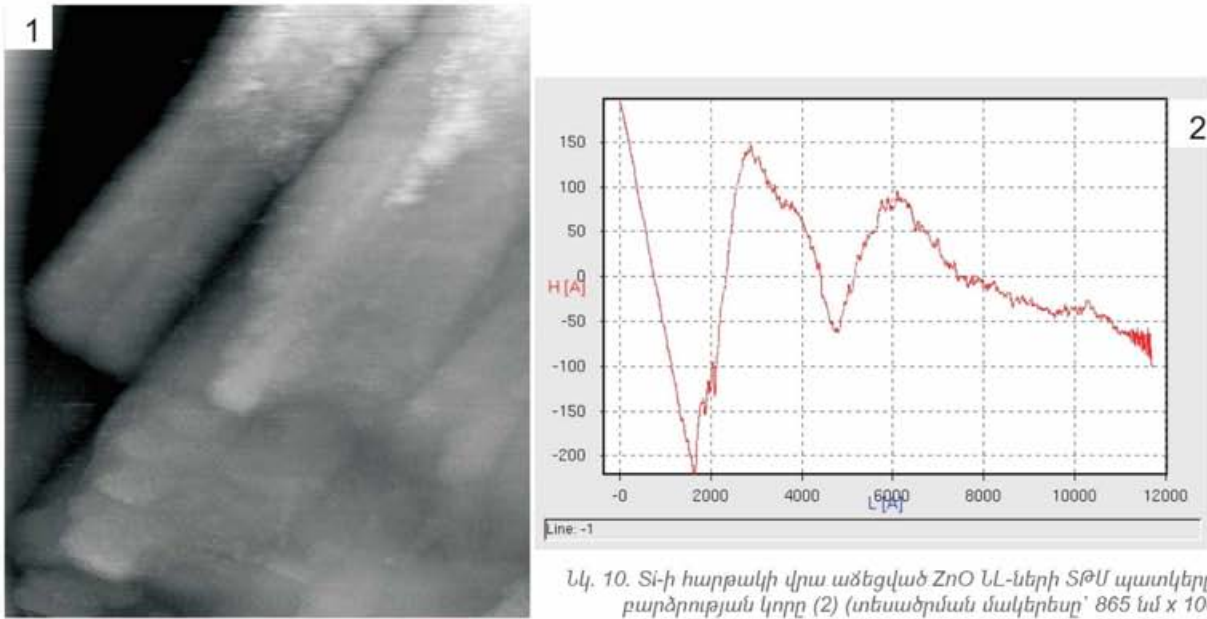
րի պատկերները, քանի որ դրանք ունեն մի քանի հարյուր նանոմետր բարձրություն: Մեզ հաջողվել է ուրույն եղանակով ստանալ մեծ բարձրությամբ վերոհիշյալ ՆԼ-ների ՏԹՄ պատկերները (նկ. 9 և 10) և տարբերակել մեկ (նկ. 9) և չորս (նկ. 10) ՆԼ-ները: ՏԹՄ պատկերների վրա սլաքներով ցույց են տրված բարձրության կորերի ստացման ուղղությունները:

ՏԵՄ և ՏԹՄ պատկերներից, որոնք կատարվել են մեր կողմից, կարելի է որոշել ZnO ՆԼ-ների ինչպես երկրաչափական չափսերը (երկարությունը 2÷24 մկմ, լայնությունը ու բարձրությունը՝ 20÷500 նմ), այնպես էլ կառուցվածքը՝ վեցանկյունանի (նկ. 6 և 7): Վերջինս բնորոշում է ZnO ՆԼ-ների բյուրեղական որակը:

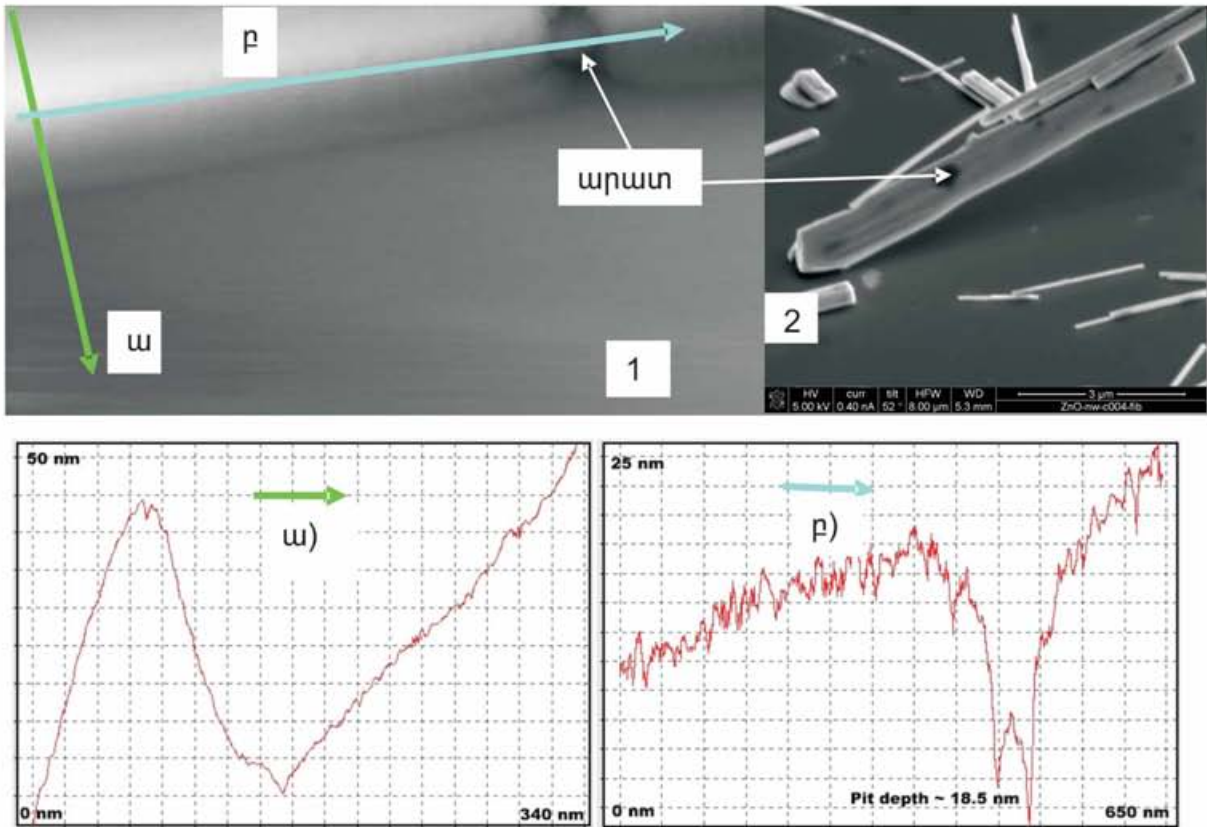
ՏԵՄ-ով և ՏԹՄ-ով կարելի է նաև ուսումնասիրել ՆԼ-ների մակերևույթների արատները և ռեփեֆը: Օրինակ՝ ՏԹՄ (1) և ՏԵՄ (2) պատկերների վրա դիտվող



Նկ. 9. Si-ի հարթակի վրա ածեցված ZnO ՆԼ-ի ՏԹՄ պատկերը (1) և բարձրության կորը (2) (տեսաձման մակերեսը՝ 1000 նմ x 560 նմ)



Նկ. 10. Si-ի հարթակի վրա աճեցված ZnO ՆԼ-ների SDF պատկերը (1) և բարձրության կորը (2) (տեսաձրման մակերեսը՝ 865 նմ x 1000 նմ)



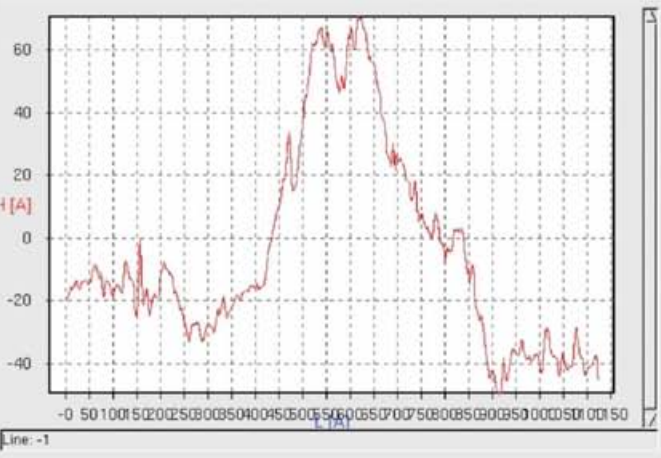
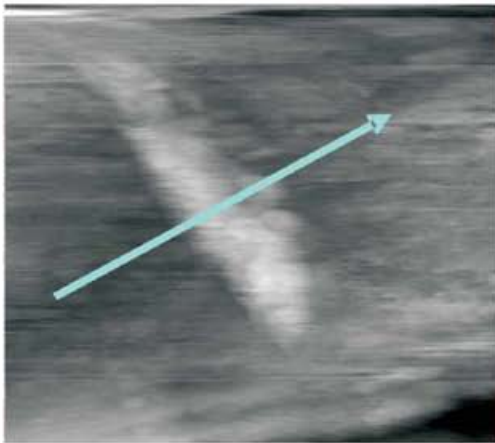
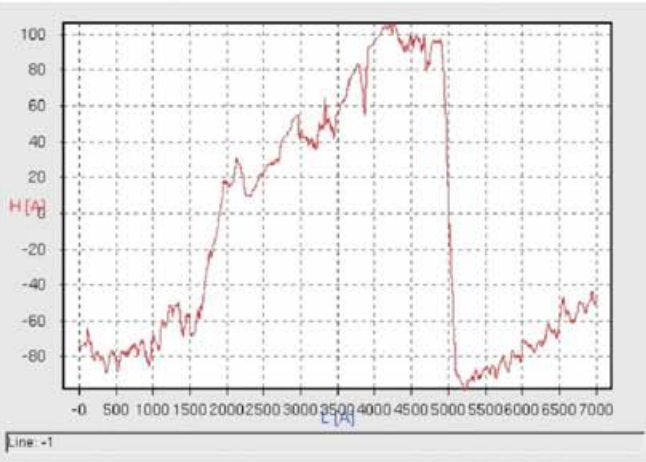
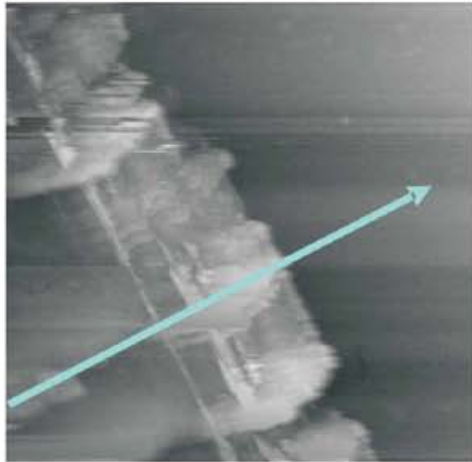
Նկ. 11. Si-ի հարթակի վրա աճեցված ZnO ՆԼ-ի գերբարձր վակուումային SDF (1) և SEI (2) պատկերները և բարձրության կորերը ա և բ ուղղություններով (տեսաձրման մակերեսը 1000 նմ x 340 նմ)

փոսի խորությունը կազմում է 18,5 նմ (նկ. 11):

Պարզվում է, որ ՆԼ-ների մակերևույթները հարթ չեն, և դիտվում են նանոմետրական

մասշտաբով մակերևութային կառուցվածքներ: Նկ. 12-ում բերված է 300 նմ լայնությամբ և 20 նմ բարձրությամբ ՆԼ, որի վրա դիտվում է մակերևութային կառուցվածք (նկ. 12, պատ-

կեր 3): Ընդ որում, տարբեր ՆԼ-ների վրա կարող են դիտվել 8÷30 նմ բարձրությամբ, 200÷500 նմ երկարությամբ և 5÷100 նմ լայնությամբ մակերևութային կառուցվածքներ:



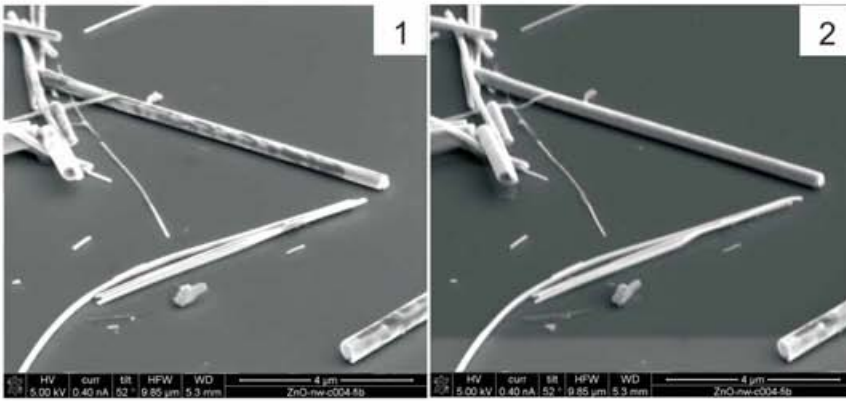
Նկ. 12. Si-ի հարթակի վրա աճեցված ZnO ՆԼ-ի (1) (տեսածրման մակերեսը 1000 նմ x 1000 նմ) և դրա մակերևութային կառուցվածքի (3) SՔՄ պատկերները և բարձրության կորերը (2 և 4) (տեսածրման մակերեսը՝ 200 նմ x 200 նմ)

ՆԱՆՈՎԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ ՆԱՆՈՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Նոր սերնդի կիսահաղորդչային հետերոկառուցվածքային սարքերում որակյալ հետերոսահմանի առկայության հետ մեկտեղ անհրաժեշտ է ապահովել նաև որակյալ մակերևույթ, որը հասու է միայն նանոտեխնոլոգիական մշակման միջոցով: Վերջերս մեր կողմից առաջարկվել է նանոլարերի և քվանտային կետերի մշակման և հետազոտման եղանակ, այն է՝ SEU-ում Ga-ի իոնների ֆոկուսացված իոնային փնջով (ՖԻՓ-ով) փայլեցման և խաճատման միջոցով տարբեր հաստությամբ և խորությամբ

հատվում, կարճացվում, փայլեցվում են նանոկառուցվածքները, և ուսումնասիրվում են դրանց մակերևույթը և լայնական հատույթը: Վերջինս կարելի է կատարել SEU-ում, որին միակցված է երկփնջային 10 նմ թույլտվությամբ ՖԻՓ համակարգ: SEU և ՖԻՓ համակարգերի պարամետրերն են SEU-ի խոշորացումը 150000 անգամ, թույլտվությունը՝ 5 նմ, արագացնող լարումը՝ 5÷50 ԿՎ, փնջերի տրամագիծը՝ 1÷1100 նմ, իսկ ՖԻՓ հոսանքը՝ 1 պԱ÷20 նԱ: Խաճատման առավելագույն խորությունը 2 մկմ է: Էլեկտրոնային փունջը կիրառվում է պատկերներ ստանալու, իսկ Ga-ի իոնների փունջը՝ խաճատելու համար: ՖԻՓ համակարգի ղեկավարող համակարգչի էկրանի վրա

ընտրվում է նմուշի անհրաժեշտ տեղամասը, այնուհետև խաճատման մակերեսը, և սկսվում է խաճատման գործընթացը: Էլեկտրոնների էներգիայից կախված՝ խաճատման տևողությունը տարբեր է լինում (մի քանի վայրկյանից մինչև մի քանի ժամ): Ուժեղ ՖԻՓ-ն ուղղորդվում է նմուշի որևէ տեղամասի վրա և տեսածրում նմուշի մակերևույթը: Արդյունքում համակարգչի էկրանին ստացվում է տեսածրվող նմուշի մակերևույթի մեծացված պատկերը, որը թույլ է տալիս դիտել նանոմասշտաբային անկատարությունները: Այսինքն՝ հնարավոր է համակարգչի էկրանին տեսնել նմուշի մակերևույթի նանոպատկերը և հեռացնել կամ ավելացնել նմուշի



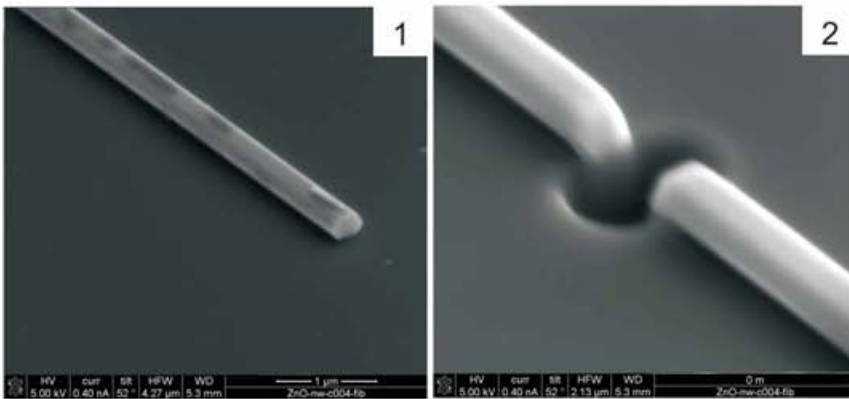
Նկ. 13. ZnO ՆԼ-ների SԷՄ պատկերները մի քանի վայրկյան Ga-ի ՖԻՓ փայլեցումից առաջ (1) և հետո (2), երբ Ga+ իոնային հոսանքը կազմում է 3 նԱ

որոշակի տեղամասերը, նախագծել նոր նանոկառուցվածքներ, ձևափոխել ինտեգրալ սխեմաները և հատույթի կտրվածքը, վերլուծել վրիպակները, պատրաստել բացթողնման էլեկտրոնային մանրադիտակի նմուշ: Դիմակի բացակայության դեպքում ՖԻՓ-ը թույլ է տալիս մետաղներ (պլատին, պլուտոնիում, վոլֆրամ, ոսկի, երկաթ) և մեկուսիչներ (SiO₂) նստեցնելու միջոցով պատրաստել 30 նմ-ից փոքր հաստությամբ գերբարակ կառուցվածքներ: ՖԻՓ-ը կարող է նաև օգտագործվել նմուշը Ga-ով լեգիրելու համար: Էլեկտրոնային հրացանի համակարգը, որն ապահովում է փնջի մեծ կայունություն, թույլ է տալիս բարելավել սարքերի բարձր հաճախականային բնութագրերը:

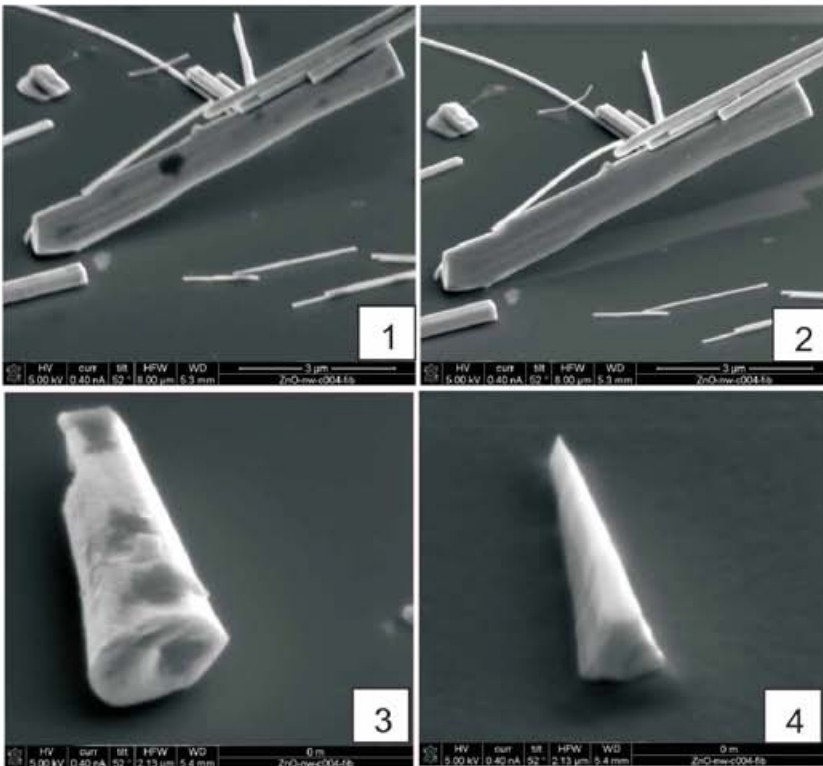
Առանձին և խմբային ZnO ՆԼ-ները փայլեցվել և հատվել են համապատասխանաբար ՖԻՓ փայլեցման և խաճատման միջոցով: ՆԼ-ները փայլեցնելուց և հատելուց հետո SԷՄ-ով ուսումնասիրվել են դրանց մակերևույթները (նկ. 13) և լայնական հատույթները (նկ. 14):

SԷՄ-ում ՖԻՓ-ի միջոցով կարելի է նաև վերացնել ՆԼ-ի մակերևութային արատները՝ ոչ մեծ խորությամբ փոսը, (պատկեր 1), կողմնային կողի ու մակերևույթի անկատարությունները (խորդուբորդություններ, մուգ ու բաց տեղամասեր, փոսեր (պատկեր 3): Եթե անկատարությունները չեն ներթափանցում ՆԼ-ի խորքը, ապա մի քանի նանոմետր հաստությամբ ՖԻՓ փայլեցումը նպաստում է դրանց անկատարությունների վերացմանը (նկ. 15, պատկերներ 2 և 4):

Հետաքրքրական է, որ ՖԻՓ խաճատման միջոցով ՆԼ-ների լայնական հատույթներն ուսումնասիրելու դեպքում, եթե Ga+ իոնային հոսանքը բավական մեծ է (3 նԱ), ապա ՆԼ-ները հալչում են:

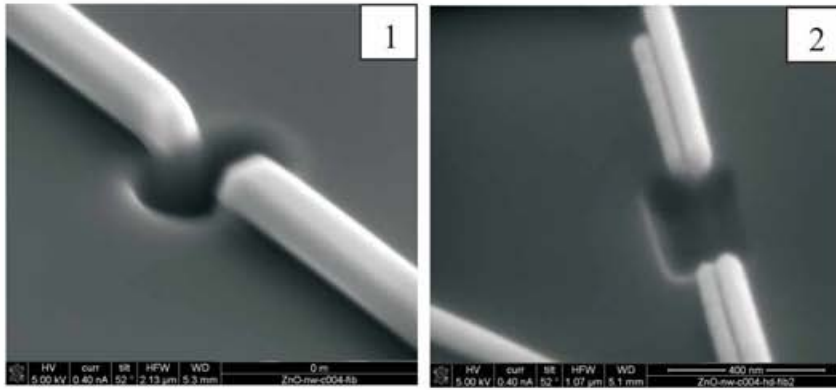


Նկ. 14. ZnO ՆԼ-ների SԷՄ պատկերները մի քանի վայրկյան ՖԻՓ խաճատումից առաջ (1) և հետո (2), երբ Ga+ իոնային հոսանքը կազմում է 3 նԱ



Նկ. 15. ZnO ՆԼ-ների SԷՄ պատկերները ՖԻՓ փայլեցումից առաջ (1 և 3) և հետո (2 և 4), երբ Ga+ իոնային հոսանքը կազմում է 3 նԱ

**ՆԱՆՈՄԵՏՐԱԿԱՆ
ՉԱՓՍԵՐՈՎ ԳԵՐԲԱՐԱԿ
ՄԻԱՆ**



Նկ. 16. Հատված ZnO ՆԼ-ների SEՄ պատկերները, երբ Ga⁺ իոնային հոսանքը կազմում է 3 նԱ (1) և 1 պկԱ (2)

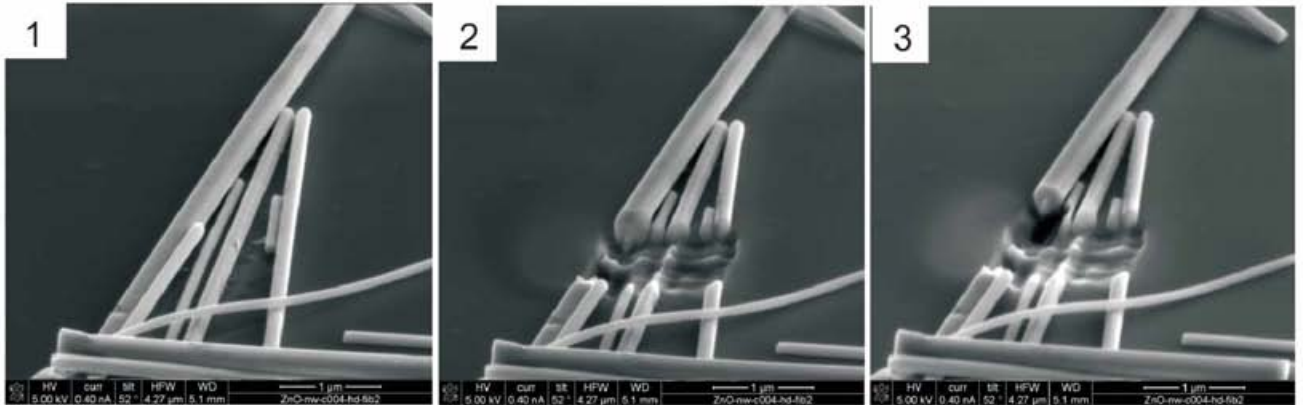
ՆԼ-ները հատելիս չեն հալչում, եթե Ga⁺ իոնային հոսանքը փոքրացվում է մինչև 1 պկԱ (նկ. 16):

ՖԻՓ խաձատված ZnO ՆԼ-ների SEՄ պատկերները բերված են նկ. 17 և 18-ում, երբ Ga⁺ իոնային հոսանքը կազմում է 1 պկԱ: ՖԻՓ խաձատման միջոցով կարելի է ինչպես հատել առանձին (նկ. 17) և խմբային (նկ. 18) ՆԼ-ները,

այնպես էլ աստիճանական հատել դրանք (նկ. 19): Նմանատիպ մշակում և հետազոտություն կարելի է կատարել նաև քվանտային կետերի համար:

Այսպիսով՝ ՆԼ-ների, նանոխողովակների ու քվանտային կետերի մշակման և հետազոտման համար արդյունավետ է Ga-ի ՖԻՓ-ով մշակման եղանակը:

Նանոկառուցվածքների մակերևույթների ուսումնասիրման համար անհրաժեշտ է որակյալ, այսինքն՝ նանոմետրական չափսերի սրածայր միասն, որի ստացումն իրականացվում է ձգգրիտ ընտրված, նուրբ սահուն փոփոխվող տեխնոլոգիական ռեժիմներում: Բթածայր ՏԹՄ միասնի դեպքում խիստ դժվարանում է թունելային անցման ստացումը միասնի և նմուշի միջև, իսկ եթե անգամ ապահովվի թունելային հոսանքի անցումն, ապա համարյա անհնար կամ շատ դժվար է լինում ստանալ ՏԹՄ որակյալ պատկերներ: Գոյություն ունեն գերբարձր վակուումային ՏԹՄ-ի միասնի պատրաստման



Նկ. 17. ZnO ՆԼ-ների SEՄ պատկերները ՖԻՓ խաձատումից առաջ (1) և հետո (2 և 3), երբ Ga⁺ իոնային հոսանքը կազմում է 1 պկԱ



Նկ. 18. ZnO ՆԼ-ների SEՄ պատկերները ՖԻՓ խաձատումից առաջ (1) և հետո (2 և 3), երբ Ga⁺ իոնային հոսանքը կազմում է 1 պկԱ



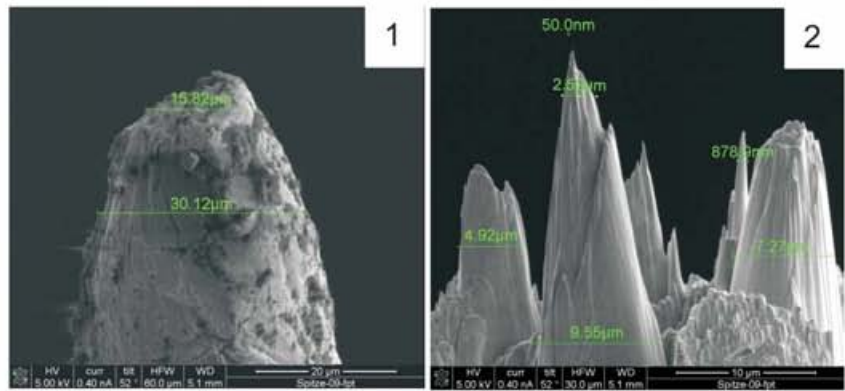
Նկ. 19. ՖիՓ խածատումով աստիճանական հատված ZnO նԼ-ի ՏԵՄ պատկերները, երբ Ga⁺ իոնային հոսանքը կազմում է 1 պԱ

տարբեր եղանակներ, սակայն բարձրորակ պատկերներ ստանալու համար գերբարձր վակուումային ՏԹՄ-ի սրածայր միանի պատրաստումը նոր տեխնոլոգիաներով մնում է արդիական հիմնախնդիր: Վերջերս մեզ հաջողվեց առաջարկել ՖիՓ խածատման միջոցով գերբարակ ծայրով միանի պատրաստման եղանակ, որը թույլ է տալիս պատրաստել Անգստրեմի կարգի սրությամբ միան:

Գերբարձր վակուումային ՏԹՄ-ի ավանդական (գործարանային) միանը պատրաստվում է KOH լուծույթում վոլֆրամի լարը էլեկտրաքիմիական եղանակով խածատելու միջոցով: Սակայն չափումները ցույց են տալիս, որ գերբարձր վակուումային ՏԹՄ-ի ավանդական միանը համեմատաբար կոպիտ է, միանի ծայրի տրամագիծը մեծ է, սակայն համեմատաբար կայուն է մակերևութային բախումների նկատմամբ (նկ. 20):

Ga-ի ՖիՓ եղանակով մշակված ՏԹՄ-ի միանը պատրաստվում է ՏԵՄ-ի ՖիՓ համակարգում՝ հատելով ու խարտելով 500 մկմ տրամագծով վոլֆրամի լարը, իսկ այնուհետև այն ումրակոծե-

գիծը՝ 1 նմ, կիրառված լարումը՝ 20 ԿՎ, հոսանքը՝ 0,4 նԱ, նմուշով անցնող հոսանքը՝ 50±100 պկԱ: Ga-ի ՖիՓ խածատման պայմաններն են իոնների հոսանքը՝ 5±100 պԱ, Ga-ի ՖիՓ-ի տրամա-

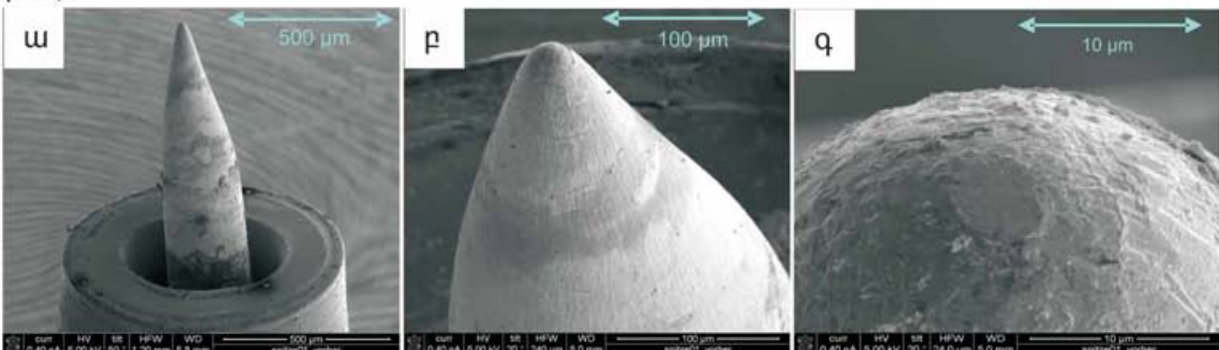


Նկ. 20. Վոլֆրամի լարը մեխանիկական հատումից ու խարտումից (1), իսկ այնուհետև Ga-ի ՖիՓ-ով խածատումից (2) հետո

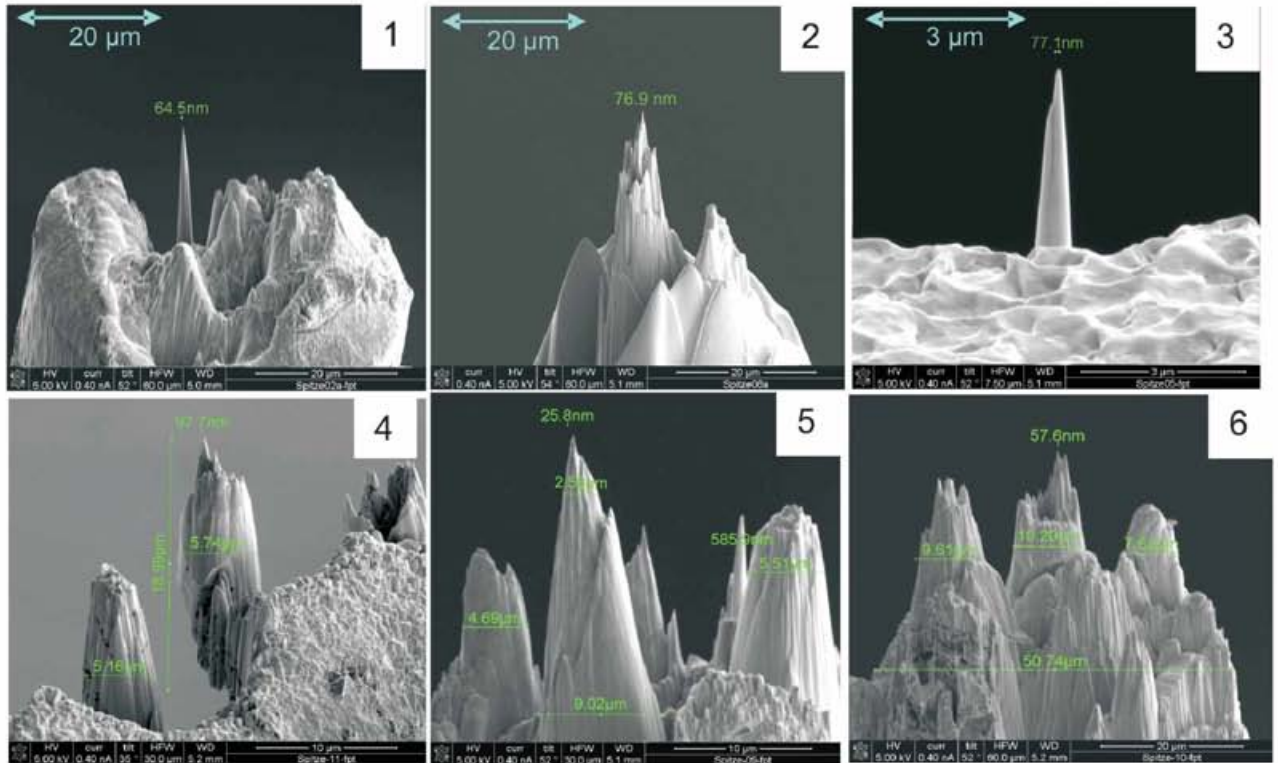
լով Ga⁺-ի իոններով (նկ. 21):

ՏԵՄ-ի չափման պայմաններն են էլեկտրոնային փնջի տրամա-

գիծը՝ 3 նմ, կիրառված լարումը՝ 30 ԿՎ, խածատման տևողությունը (որը կախված է նմուշի խա-



Նկ. 21. ԳԲՎ ՏԹՄ-ի ավանդական միանի ՏԵՄ պատկերները տարբեր մասշտաբների դեպքում



Նկ. 22. ՖիՓ մշակված գերբարձր վակուումային SՔՄ-ի միասնների ՏԷՄ պատկերները: Միասնի ծայրի տրամագիծը գազաթի մոտ (նմ), 1) 64,5; 2) 76,9; 3) 77,1; 4) 97,7; 5) 25,8; 6) 57,6

ծատման մակերեսից) մի քանի վարկյանից մի քանի ժամ, իսկ Ga+ ՖիՓ խածատման հոսանքը՝ 20÷5 նԱ:

ՖիՓ մշակված SՔՄ-ի միասնները կարող են շատ բազմազան լինել, իսկ դրանց ծայրերի տրամագիծը գազաթի մոտ տատանվում է մի քանի Լնգստրեմից մինչև 100 նմ տիրույթում (նկ. 22):

Նկ. 23-ում բերված է ՖիՓ մշակված գերբարձր վակուումային SՔՄ-ի 17,6 նմ սրությամբ ծայրով միասնի ՏԷՄ պատկերը: Գերբարձր վակուումային SՔՄ-ի միասնի ծայրի տրամագիծը կարելի է ևս փոքրացնել ավելի մանրակրկիտ ՖիՓ խածատման դեպքում:

ՖիՓ մշակված և ավանդական SՔՄ-ի միասններով ստացված InxGa1-xN/GaN ՀԿ-ի ՏԷՄ պատկերները բերված են նկ. 24-ում:

Ինչպես տեսնում ենք, պատկերների որակը նույնն է, սակայն, ավանդական միասն կիրառե-

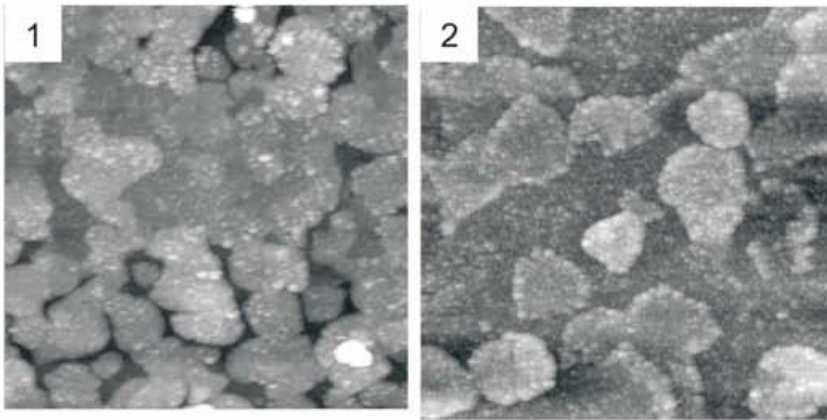


Նկ. 23. Գերբարձր վակուումային SՔՄ-ի ՖիՓ մշակված միասնի ՏԷՄ պատկերը

լիս, նմանատիպ որակ ստացվում է պատկերների 20 %-ից քիչ դեպքում, իսկ մնացածը՝ բավական աղավաղված են: ՖիՓ մշակված միասններ կիրառելիս նմանատիպ որակ ստացվում է պատկերների 80 %-ից ավելի մոտ: Այսպիսով՝ ավանդական միասնով մի քանի լավ պատկերներ ստանալու համար անհրաժեշտ է մեկ օր, սակայն ՖիՓ

նախագծված միասնով բազմաթիվ որակյալ պատկերներ ստանալու համար անհրաժեշտ է միայն մի քանի ժամ: Օրինակ՝ ձախակողմյան պատկերը ստացվել է ՖիՓ մշակված SՔՄ-ի միասնը պատրաստելուց անմիջապես 15 րոպե հետո (նկ. 24):

ՖիՓ մշակված գերբարձր վակուումային SՔՄ-ի միասն ունի առավելություններ գերբարձր վակուումային SՔՄ-ի ավանդական միասնի նկատմամբ. ա) միասնը ստացվում է կարճ ժամանակահատվածում, բ) միասնի ստացումն ավելի դյուրին է, գ) միասնի պատրաստման գործընթացում հնարավոր է հրաժարվել քիմիական նյութերի վնասակար ազդեցություններից, դ) միասնի պատրաստելուց հետո հնարավոր է այն անմիջապես կիրառել՝ առանց գազազատման, ե) միասնը չունի երկակի ծայրեր, զ) միասնն ունի կայուն թունելային հոսանք, և է) միասնը ուշ է

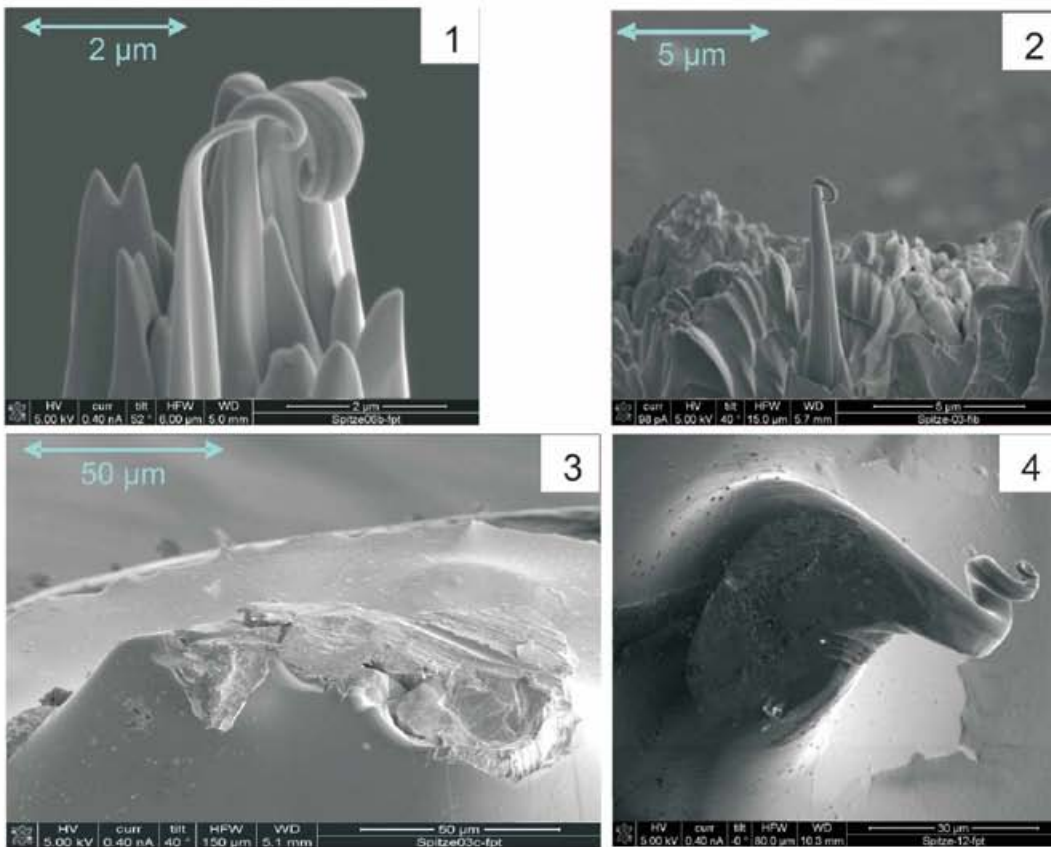


Նկ. 24. ՖիՓ մշակված (1) և ավանդական (2) SՔՄ-ի միասններով ստացված InxGa1-xN/GaN <4>-ի 300 նմ x 300 նմ մասշտաբով SEՄ պատկերները

աղտոտվում:

ՖիՓ մշակված գերբարձր վակուումային SՔՄ-ի միասնն ունի միայն մեկ թերություն. շատ զգայուն է նույնիսկ ամենաթույլ բախումների նկատմամբ: Թույլ և ուժեղ բախված ՖիՓ մշակված ԳԲՎ SՔՄ-ի միասնների SEՄ պատկերները բերված են նկ. 25-ում:

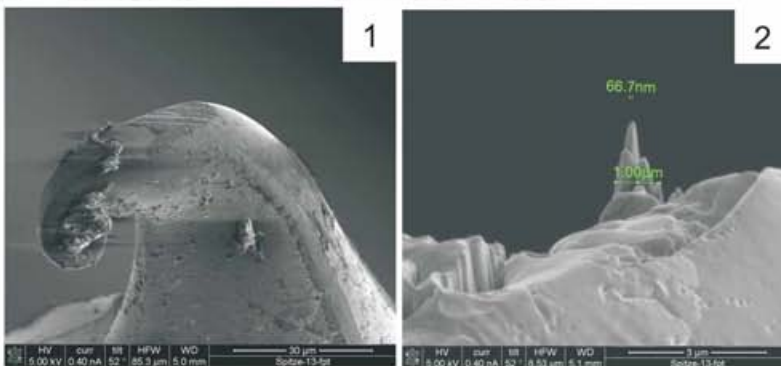
Բախված միասնները Ga-ի ՖիՓ-ով կարելի է վերականգնել մի քանի անգամ: Նկ. 26-ում բերված են բախումից առաջ և հետո ՖիՓ մշակված միասնի SEՄ



Նկ. 25. ՖիՓ մշակված գերբարձր վակուումային SՔՄ-ի միասնների SEՄ պատկերները թույլ (1 և 2) և ուժեղ (3 և 4) բախումներից հետո

պատկերները:

Որպես ամփոփում արձանագրենք, որ նվաճումները բուռն զարգացող նանոտեխնոլոգիաների և նանոէլեկտրոնիկայի բնագավառում դեռևս սկզբնափուլում են, և մեզ սպասվում են նորանոր ձեռքբերումներ զարմանահրաշ նանոաշխարհում: ■



Նկ. 26. Բախումից (1) և վերականգնումից (2) հետո ՖիՓ մշակված միասնի SEՄ պատկերները



ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԳԻՏԱԿՐԹԱԿԱՆ ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐՈՆԸ

ՀԱՅՏԱՐԱՐՈՒՄ Է 2009-2010 ՈՒՍԱՐՎԱՆ
ԸՆԴՈՒՆԵԼՈՒԹՅՈՒՆ
ՄԱԳԻՍՏՐԱՏՈՒՐԱՅՈՒՄ

- հետևյալ մասնագիտությունների գծով՝
- Ինֆորմատիկա և հաշվողական տեխնիկա
- Քաղաքագիտություն
- Տնտեսագիտության տեսություն
- Նուկլյար գիտություն (մարքեթինգ)
- Կառավարում (առկա, հեռակա)
- Ֆինանսներ (առկա, հեռակա)
- Դեղագործական քիմիա
- Պատմություն
- Իրավագիտություն (առկա, հեռակա)
- Լրագրություն
- Կենսատեխնոլոգիա
- Արևելագիտություն
- Հոգեբանություն
- Կիրառական մաթեմատիկա
- Ռադիոտեխնիկա և կապ
- Մանկավարժություն և սոցիոլոգիա (առկա, հեռակա)
- Միջազգային հարաբերություններ
- Գրադարանային-տեղեկատվական աղբյուրներ (հեռակա)



**Ուսուցումը կազմակերպվում է վճարովի հիմունքներով:
Տարեկան ուսման վարձը՝**

200.000 դրամ՝ Դեղագործական քիմիա, Պատմություն, Լրագրություն, Կենսատեխնոլոգիա, Կիրառական մաթեմատիկա, Ռադիոտեխնիկա և կապ, Գրադարանային-տեղեկատվական աղբյուրներ.

250.000 դրամ՝ Հոգեբանություն, Մանկավարժություն և սոցիոլոգիա, Արևելագիտություն.

300.000 դրամ՝ Ինֆորմատիկա և հաշվողական տեխնիկա, Քաղաքագիտություն, Միջազգային հարաբերություններ.

350.000 դրամ՝ Տնտեսագիտության տեսություն, Եռկայագիտություն (մարքեթինգ), Կառավարում, Ֆինանսներ.

400.000 դրամ՝ Իրավագիտություն:



**Առկա ուսուցման տևողությունը 2 տարի է, հեռակա ուսուցմանը՝ 2,5:
Ընդունելության մրցույթին կարող են մասնակցել ՀՀ պետական բուհերի և ոչ պետական բուհերի հավատարմագրված մասնագիտությունների 2րջանավարտները (բակալավր, դիպլոմավորված մասնագետ, մագիստրոս):**

Դիմորդները պետք է ներկայացնեն հետևյալ փաստաթղթերը՝

- բարձրագույն կրթության դիպլոմի և միջուկի պատճենները,
- քաղվածք աշխատանքային գրքույկից կամ զինվորական գրքույկից,
- անձնագրի պատճեն,
- ինքնակենսագրություն,
- երեք լուսանկար (3x4 չափի):

Փաստաթղթերը դիմորդը ներկայացնում է անձամբ:

Ընդունելության փաստաթղթերի ձևավորման ծառայությունների և մրցույթի կազմակերպման համար յուրաքանչյուր դիմորդից գանձվում է 2000 դրամ:

Փաստաթղթերն ընդունվում են մինչև օգոստոսի 15-ը:

Դիմել՝ Երևան, Մ. Բաղրամյան 24դ, ՀՀ ԳԱՍ գիտակրթական միջազգային կենտրոն (ԳԱՍ հիմնարար գիտական գրադարանի մասնաշենք), 2-րդ հարկ, հեռախոս՝ 524812, 568068:

