

ԳՐԻԳՈՐ ԲՐՈՒՏԵԱՆ*

Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու

ՅՈՎՀԱՆՆԷՍ ՍԱՐԿԱԻԱԳԻ ԽԱՌՆԱԽՈՐԱՆՈՒՄ ԱՌԿԱՅ ՕՐԱՑՈՒՑԱՅԻՆ ՈՐՈՇ ՄԱԿԱՉԱՓԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Բ

Այս նոյն խորագրով առաջին յօդուածիս¹ մէջ հնարաւորին չափ պարզել էինք Սարկաւագի անուամբ մեզ հասած Խառնախորանների մէջ առկայ չբացատրուած ութ սիւնակներից առաջին չորսի իմաստը եւ կիրառման կերպը: Յիշեցման կարգով թուարկենք այդ ութ սիւնակները: Դրանք են «Վերադիրք Հոռոմոց», «Կիսակք Լուսնի», «Է.երեկք Հոռոմոց», «Շաբաթագիր», «Այբուբենք արեգականն», «Աստիճանք արեգականն», «Հոլովք արեգականն» եւ «Ասպարէզք արեգականն» վերտառութեամբ սիւնակները:

Նախորդ յօդուածում այս ութ սիւնակներից կարողացել էինք հասկանալ «Վերադիրք Հոռոմոց», «Կիսակք Լուսնի», «Է.երեկք Հոռոմոց» եւ «Շաբաթագիր» սիւնակները: Պարզուել էր, որ սրանք նախատեսուած են տարուայ իւրաքանչիւր օրուայ աւուր պատկերը (շաբաթուայ օրը) եւ Լուսնի փուլը գտնելու համար:

Արդ փորձենք քննութեան առնել եւ ըստ հնարաւորին հասկանալ մնացեալ չորս սիւնակները՝ «Այբուբենք արեգականն», «Աստիճանք արեգականն», «Հոլովք արեգականն» եւ «Ասպարէզք արեգականն»: Նախ խնդրոյ առարկայ նիւթը պատկերացնելու եւ այստեղ մատչելի դարձնելու համար համառօտ աղիւսակով քաղուածաբար տանք Խառնախորանի Յունուար – Մարտ ամիսների այս չորս ընտրեալ սիւնակների բովանդակութիւնը:

Աղիւսակը² բաժանուած է երեք մասի. ձախ մասում Յունուար ամսի տուեալներն են, միջին մասում Փետրուար ամսինը, իսկ աջ մասում՝ Մարտինը: Իւրաքանչիւր մասի ձախ սիւնակում տրուած են Հռոմէական ամսաթուերը «Հոռոմոց եւ իւրոց» վերտառութեամբ:

Աղիւսակիս բովանդակութիւնը աւելի մատչելի դարձնելու համար նոյնը տանք նաեւ սովորական «արաբական» թուանշաններով:

Աղիւսակ Ա		
Յունուար	Փետրուար	Մարտ

¹ «Էջմիածին», Ա, 2007 էջ 53 – 60:

² Աղիւսակիս տուեալները վերցուած են Սարկաւագի Խառնախորանի հրատարակուած օրինակից. Աջ. Արքաեմեան, Յովհաննէս Իմաստասերի մատենագրութիւնը, Երեւանի Համալսարանի հրատ., Երեւան, 1956, էջ 160 – 183: Մարտ ամսի աղիւսակում չեն լրացուած ամսի 17 – 21-ի տողերը. դրանք համապատասխանում են երբայական օրացոյցի աւելեաց օրերին եւ, ըստ այդմ, համարուել են տարուց դուրս. այդ օրերին Արեգակի շարժում, մակաչափերի փոփոխութիւն չի ենթադրուել:

Հոռոնց եւ իւ- րոգ	Այբուբենը առեականն	Աստիճանը արեգականն	Հոլովը արեգականն	Ասպարեզը արեգականն	Հոռոնց եւ իւ- րոգ	Այբուբենը առեականն	Աստիճանը արեգականն	Հոլովը արեգականն	Ասպարեզը արեգականն	Հոռոնց եւ իւ- րոգ	Այբուբենը առեականն	Աստիճանը արեգականն	Հոլովը ա- րեգականն	Ասպարեզը արեգականն
ա	դ	վմ	մձգ	Ճխգո	ա		քն	յԺէ	Ճծրոշ	ա		Ժեո	յխէ	Ճհրոշ
բ		վն	մձէ	Ճխգոշ	բ		քո	յԺը	Ճծթո	բ	հ	Ժեոմ	յխգ	Ճհգո
գ		վո	մձը	Ճխդո	գ		քպ	յԺթ	Ճծթոշ	գ		Ժեոն	յխէ	Ճհգոշ
դ		վպ	մձթ	Ճխդոշ	դ		ժո	յի	Ճկո	դ		Ժեոո	յխը	Ճհդո
ե		տ	մդ	Ճխեո	ե	ի	ժոմ	յիա	Ճկոշ	ե		Ժեոպ	յխթ	Ճհդոշ
զ	է	տմ	մդա	Ճխեոշ	զ		ժոն	յիբ	Ճկաո	զ		Ժգո	յծ	Ճհեո
է		տն	մդբ	Ճխգո	է		ժոո	յիգ	Ճկաո 2	է	ձ	Ժգոմ	յծա	Ճհեոշ
ը		տո	մդգ	Ճխգոշ	ը		ժոպ	յիդ	Ճկբո	ը		Ժգոն	յծբ	Ճհգո
թ		տպ	մդդ	Ճխեո	թ		ժաո	յիէ	Ճկբոշ	թ		Ժգոո	յծգ	Ճհգոշ
ժ		ը	մդէ	Ճխեոշ	ժ		ժաոմ	յիզ	Ճկգո	ժ		Ժգոպ	յծդ	Ճհէո
ժա	զ	ըմ	մդգ	Ճխբո	ժա		ժաոն	յիէ	Ճկգոշ	ժա		Ժէո	յծէ	Ճհեոշ
ժբ		ըն	մդէ	Ճխբոշ	ժբ		ժաոո	յիը	Ճկդո	ժբ	դ	Ժէոմ	յծգ	Ճհբո
ժգ		ըո	մդը	Ճխթո	ժգ		ժաոպ	յիթ	Ճկդոշ	ժգ		Ժէոն	յծէ	Ճհբոշ
ժդ		ըպ	մդթ	Ճխթոշ	ժդ		ժբո	յլ	Ճկեո	ժդ		Ժէոո	յծը	Ճհթո
ժե		ց	յ	Ճծո	ժե	խ	ժբոմ	յլա	Ճկեոշ	ժե		Ժէոպ	յծթ	Ճհթոշ
ժզ	է	ցմ	յա	Ճծոշ	ժզ		ժբոն	յլբ	Ճկգո	ժզ		ժբո	յլ	Ճձո
ժէ		ցն	յբ	Ճծաո	ժէ		ժբոո	յլգ	Ճկգոշ	ժէ				
ժը		ցո	յգ	Ճծաոշ	ժը		ժբոպ	յլդ	Ճկէո	ժը				
ժթ		ցպ	յդ	Ճծբո	ժթ		ժգո	յլէ	Ճկէոշ	ժթ				
ի		ւ	յէ	Ճծբոշ	ի		ժոմ	յլզ	Ճկբո	ի				
իա	ը	ւմ	յգ	Ճծգո	իա		ժգոն	յլէ	Ճկբոշ	իա				
իբ		ւն	յէ	Ճծգոշ	իբ		ժգոո	յլը	Ճկթո	իբ		ժբոմ	յկա	Ճձոշ
իգ		ւո	յը	Ճծդո	իգ		ժգոպ	յլթ	Ճկթոշ	իգ		ժբոն	յկբ	Ճձաո
իդ		ւպ	յթ	Ճծդոշ	իդ		ժդո	յլա	Ճհո	իդ		ժբոո	յկգ	Ճձաոշ
իե		ւի	յԺ	Ճծեո	իե	կ	ժդոմ	յլաա	Ճհոշ	իե		ժբոպ	յկդ	Ճձբո
իզ	թ	ւիմ	յԺա	Ճծեոշ	իզ		ժդոն	յլաբ	Ճհաո	իզ		ժթո	յկէ	Ճձբոշ
իէ		ւին	յԺբ	Ճծգո	իէ		ժդոո	յլազ	Ճհաո 2	իէ	ւ	ժթոմ	յկզ	Ճձգո
իը		ւիո	յԺգ	Ճծգոշ	իը		ժդոպ	յլադ	Ճհբո	իը		ժթոն	յկէ	Ճձգոշ
իթ		ւիպ	յԺդ	Ճծէո						իթ		ժթոո	յկը	Ճձդո
լ		ք	յԺէ	Ճծէոշ						լ		ժթոպ	յկթ	Ճձդոշ
լա	ժ	քմ	յԺգ	Ճծրո						լա		իո	յի	Ճձեո

Աղիւսակ Բ

Յունուար	Փետրուար	Մարտ
----------	----------	------

Հոռուց եւ խրոց	Այբուբենը արեգականն	Աստիճանը արեգականն	Հոլով արեգականն	Ասպարեզը արեգականն	Հոռուց եւ խրոց	Այբուբենը արեգականն	Աստիճանը արեգականն	Հոլով արեգականն	Ասպարեզը արեգականն	Հոռուց եւ խրոց	Այբուբենը արեգականն	Աստիճանը արեգականն	Հոլով արեգականն	Ասպարեզը արեգականն
1	4	3200	286	143000	1		9400	317	158500	1		15000	345	172500
2		3400	287	143500	2		9600	318	159000	2	16	15200	346	173000
3		3600	288	144000	3		9800	319	159500	3		15400	347	173500
4		3800	289	144500	4		10000	320	160000	4		15600	348	174000
5		4000	290	145000	5	11	10200	321	160500	5		15800	349	177500
6	5	4200	291	145500	6		10400	322	161000	6		16000	350	175000
7		4400	292	146000	7		10600	323	161500	7	17	16200	351	175500
8		4600	293	146500	8		10800	324	162000	8		16400	352	176000
9		4800	294	147000	9		11000	325	162500	9		16600	353	176500
10		5000	295	147500	10		11200	326	163000	10		16800	354	177000
11	6	5200	296	178000	11		11400	327	163500	11		17000	355	177500
12		5400	297	148500	12		11600	328	164000	12	18	17200	356	178000
13		5600	298	149000	13		11800	329	164500	13		17400	357	178500
14		5800	299	149500	14		12000	330	165000	14		17600	358	179000
15		6000	300	150000	15	13	12200	331	165500	15		17800	359	179500
16	7	6200	301	150500	16		12400	332	166000	16		18000	360	180000
17		6400	302	151000	17		12600	333	166500	17				
18		6600	303	151500	18		12800	334	167000	18				
19		6800	304	152000	19		13000	335	167500	19				
20		7000	305	152500	20		13200	336	168000	20				
21	8	7200	306	153000	21		13400	337	168500	21				
22		7400	307	153500	22		13600	338	169000	22		18200	361	180500
23		7600	308	154000	23		13800	339	169500	23		18400	362	181000
24		7800	309	154500	24		14000	340	170000	24		18600	363	181500
25		8000	310	155000	25	15	14200	341	170500	25		18800	364	182000
26	9	8200	311	155500	26		14400	342	171000	26		19000	365	182500
27		8400	312	156000	27		14600	343	171500	27	20	19200	366	183000
28		8600	313	156500	28		14800	344	172000	28		19400	367	183500
29		8800	314	157000						29		19600	368	184000

30		9000	315	157500						30		19800	369	184500
31	10	9200	316	158000						31		20000	370	185000

Արդ սկսենք մեր խնդրոյ առարկայ սինակների բովանդակությունը նկարագրելուց: Առաջինը «Այբուբենը Արեգականն» սինակն է: Խառնախորանիս Յունուար ամսի աղիւսակում այս նոյն սինակը ունի «Գիր աստիճանաց Արեգականն» վերտառությունը: Այս սինակում չորս ընդ մէջ գրուած են տառեր, որ իրար յաջորդում են նախ «ա»-ից մինչեւ «ք» եւ ապա՝ «ք»-ից մինչեւ «ա» ետընթաց կարգով: Այստեղ դրուած տառերն իրար յաջորդում են պարզապէս այբբենական հերթականութեամբ. ա, բ, գ, ...ը, թ, ժ, ի, լ, ...: Այսինքն, այստեղ հաշուի չեն առնուած տառերի ընդունուած թուային արժէքները: Ուստի, այստեղ տառերը պիտի ունենան ոչ թէ իրենց սովորական թուային արժէքները, այլ այբուբենի մէջ իրենց հերթական դիրքին համապատասխանող արժէքներ: Ըստ այսմ, օրինակ, «Դ»-ը ոչ թէ 90 պիտի նշանակի, այլ «1»8, ...»Ք»ն էլ՝ ոչ թէ 9 000, այլ «36»:

Յաջորդ՝ «Աստիճանը Արեգականն» սինակի թուերը փոփոխուում են 0-ից մինչեւ 36 000: Այս սինակում 0-ն համապատասխանում է Դեկտեմբերի 16-ին³: Դրանից յետոյ այս սինակի թուերը աճում են օրական աւելանալով 200-ական միաւորով եւ հասնում են 36 000 արժէքին Յունիսի 19-ին: Ապա օրական 200-ական միաւոր նուազելով, վերստին 0-ի են հասնում Դեկտեմբերի 16-ին:

Յաջորդ՝ «Հոլովը Արեգականն» սինակի թուերը փոփոխուում են 270-ից մինչ 450՝ փոխելով օրական մէկական միաւորով: Այս սինակում թուերի արժէքը նուազագոյնն է Դեկտեմբերի 16-ին: Այդ օրուայ դիմաց այստեղ 270 է: Ապա, օրական մէկ միաւոր աւելանալով, այս սինակի թուերն աճում են մինչ 450՝ Յունիսի 19-ին, ապա՝ մէկական նուազելով, դառնում են 270՝ Դեկտեմբերի 16-ին:

Սրա հետ սերտօրէն շաղկապուած է վերջին «Ասպարէզը Արեգականն» սինակը: Այս սինակի թուերն էլ փոփոխուում են 135 000-ից մինչ 225 000: Նուազագոյն արժէքը Դեկտեմբերի 16-ի դիմաց է՝ 135 000, իսկ առաւելագոյն՝ 225 000 արժէքը՝ Յունիսի 19-ի դիմաց: Փոփոխուում են այս սինակի թուերը 500-ական. Դեկտեմբերից Յունիս աւելանում են, իսկ Յունիսից Դեկտեմբեր՝ նուազում:

Նիւթն աւելի մատչելի դարձնելու միտումով ստորեւ աղիւսակի տեսքով ներկայացնենք խնդրոյ առարկայ չորս մակաչափերի նուազագոյն, միջին եւ առաւելագոյն արժէքներն իրենց համապատասխան ժամանակներով ու փոփոխման քայլերով:

Աղիւսակ Գ

Մակաչափը	Դեկտ. 16 (Չմեռնամուտ)	Մարտի 16 (Գարնանամուտ)	Յունիսի 19 (Ամառնամուտ)	Սեպտ. 17 (Աշնանամուտ)	Քայլը
Այբուբենը	1	18	36	18	1
Աստիճանը	0	18 000	36 000	18 000	200
Հոլովը	270	360	450	360	1
Ասպարէզը	135 000	180 000	225 000	180 000	500

³ Իրականում Խառնախորանում Դեկտ. 16-ի տոդում այս սինակում ոչինչ նշուած չէ, տեղը դատարկ է թողնուած: Մակայն դրանից վեր եւ վար եղած թուերը ցուցանում են, որ սոյն տեղում ենթադրուող արժէքը պիտի լինի հենց 0:

Ցերեկույ տեղություն- նր (ժամ)	9	12	15	12	
-------------------------------------	---	----	----	----	--

Աղիւսակիս ստորին տողում տրուած է ցերեկույ տեղութիւնը համապատասխան օրերին, ըստ նոյն Խառնախորանի, քանի որ հետագայ շարադրանքում պիտի օգտուենք նաեւ ա՛յդ տուեալներից: Այստեղ նկատելի է, որ բոլոր նշուած ամսաթուերը մօտ են Արեւի չորս հիմնական դիրքերի օրերին, իսկ դրանցից մէկն էլ՝ Յունիսի 19-ը համընկնում է ամառնամուտի օրուան⁴: Իրականում հայկական տոմարում ձմեռնամուտի օրն է Դեկտ. 18-ը, գարնանամուտի օր է Մարտի 20-ը, ամառնամուտի օր է Յունիսի 19-ը, եւ աշնանամուտի օր՝ Սեպտ. 18-ը:

Այս աղիւսակից երեւում է, որ այս չորս մակաչափերի արժեքների համար այսպէս ասած՝ «զրօ կէտ» է ընտրուած ամառնամուտը: Այսինքն, դրանց բոլորի արժեքները դասաւորուած են տարուայ օրերի մէջ՝ հիմք ընդունելով ամառնամուտի օրը դրանց առաւելագոյն արժեք ունենալը: Ապա՝ ամառնամուտից դէպի ետ եւ առաջ դրանց արժեքները դասաւորուած են նուազման կարգով: Այս կերպ նուազագոյն արժեքները համընկել են ձմեռնամուտից 2 օր առաջուան, միջին արժեքներից մէկը համընկել է աշնանամուտից 1 օր առաջուան, իսկ միւսը՝ գարնանամուտից 4 օր առաջուան⁵:

Արդ, երբ նայում ենք այս չորս սիւնակների թուերի փոփոխութիւնների ընթացքին, տեսնում ենք, որ դրանց բոլորի մէջ էլ թուերն աճում են ձմեռնամուտից ամառնամուտ եւ նուազում են ամառնամուտից ձմեռնամուտ:

Այժմ փորձենք հերթով հասկանալ այս մակաչափերից իւրաքանչիւրը: Առաջինը «Այբուբենը Արեգականն» սիւնակի տուեալներն են, որ կոչուած են նաեւ «Գիր աստիճանաց Արեգականն»: Ինչպէս արդէն նկատեցինք, այս սիւնակում գրուած տառերը ունեն ոչ թէ իրենց սովորական թուային արժեքները, այլ այբուբենի մէջ իրենց հերթական դիրքին համապատասխան արժեքներ: Այն, որ այս սիւնակի տառերն ունեն հէնց այսպիսի իմաստ, հաստատում է նաեւ Սարկաւազ վարդապետի «Պատճէն տոմարի» երկի տուեալներով: Այստեղ էլ ունենք. «Եթէ կամիցիս գիտել՝ եթէ արեգակն քանի՞ աշտիճան բարձրացեալ է կամ ի խոնարհեալ, զբարձրանալն յայբէն արա եւ յայծեղջերէն, զխոնարհիլն ի քէէն արա եւ ի խեցգետնոյն. կալ զիւրաքանչիւր թիւ, երկու հարիւրապատկեա եւ տուր ամենայն գրոյ հազար հազար, քանզի ԼՁՌ (36 000)⁶ աշտիճան բարձրանա եւ նոյնքան խոնարհի»⁷: Գայ այս նոյնի մի այլ տարբերակը՝ աւելի ընդարձակ է եւ աւելի մանրամասն. «Եթէ կամիցիս գիտել, թէ Արեգակն յորում գրի է եւ կամ քանի աստիճան բարձրանայ եւ կամ քանի խոնարհի, Զբարձրանալն յԱյբէն եւ յԱյծեղջիւրէն արա՛, եւ զխոնարհիլն՝ ի Քէէն եւ ի Խեցգետնէն, քանզի ԼՁՌ (36 000) աստիճան բարձրանայ Արեգակնն եւ այնքան խոնարհի ըստ այբուբենական գրերոյդ: Վասն զի ամենայն կենդանակերպի վեց գիր է,

⁴ Այստեղ ի նկատի են առնուած Արեւի այդ դիրքերի ոչ թէ արդի օրերը, այլ հայկական միջնադարեան տոմարում դրանց համար ամրագրուած ամսաթուերը:

⁵ Գարնանամուտի պարագայում տարբերութիւնը մեծ է, քանի որ Խառնախորանում Մարտի 17 – 21-ը դրուած են երբայական օրացոյցի աւելեաց օրերը, եւ այդ օրերի ընթացքում Արեգակին վերաբերող այս մակաչափերը չեն փոփոխուում, իսկ գարնանամուտն էլ դրուած է այդ աւելեաց օրերի մէջ՝ Մարտի 20-ին:

⁶ Հրատարակուած օրինակում այստեղ 360,000 է, որ ակնյայտ վրիպակ է, եւ հարկ է շտկել 36 000:

⁷ Տե՛ս Յովհաննէս Իմաստասերի մատենագրութիւնը, էջ 207:

եւ ամեն գիր Ռ (1000) աստիճան է, եւ այնքա արագաւ ի մին կենդանակերպն Ջ (6) գիր անցանէ, եւ յամեն գիր Ե (5) ար կենայ:

Իսկ ի բարձրանալն յամեն ար մաս մի բարձրանայ եւ ի տին յաւելու: Նոյնպէս եւ ի խոնարհիլն ամեն ար մաս մի յաւելու ի գիշերն՝ զկէսն ի ծագելն եւ զկէսն ի մտանելն, որ է մասն **հոլով մի ըստ չափու Արեգականն**» (ընդգծումը՝ Գ.Բ.)⁸: Այստեղ յստակ նշուած է, որ Արեգակի բարձրանալն սկսում է Այծեղջիւր կենդանակերպից եւ այս մակաչափի «ա» արժէքից: Իսկ իջեցումը՝ Խեցգետնից եւ «ք»ից: Եւ ամեն գրին համապատասխանում է 5 օր եւ հազարական աստիճան. հարկ է «տալ» հազարական (այսինքն՝ բազմապատկել 1000-ով) եւ օրական փոփոխման քայլն էլ պիտի լինի 200: Միեւնոյն ժամանակ, մեր Խառնախորանի հարեւան սինակում այբուբենին զուգահեռ Արեգակի աստիճանները փոփոխում են այնպէս, ինչպէս պիտի փոփոխուէին, եթէ դրանք լինէին այբուբենին համարժէք թուերի 1000-ապատիկները: Եւ փոփոխման քայլն էլ հէնց 200 է՝ այն, ինչ նշուած է տոմարական պատճէի հրահանգում: Այսինքն, այս գրերը, իբր օրացուցային մակաչափ, համառոտուած, պարզունակ տարբերակն են Արեգակի աստիճանների: Եւ, ըստ այսմ, այս առաջին սինակը համառոտ տարբերակն է յաջորդ՝ «Աստիճանք Արեգականն» սինակի: Պարզապէս այստեղ, օգտուելով այն հանգամանքից, որ Հայոց այբուբենում տառերը հէնց 36 հատ են, փոխանակ 1-ից 36 թուերը գրելու «ա» – «լզ», գրուած են տառերի հերթական կարգի արժէքով՝ «ա» – «ք»⁹:

Այսպիսով, մեր քննելիք չորս սինակներից մէկը ընդամենը տարբերակն է միւսներից մէկի: Այսինքն, եթէ հասկանանք այդ միւսը՝ «Աստիճանք Արեգականն» սինակը, դրանով հասկացած կը լինենք նաեւ այս առաջին՝ «Այբուբենք Արեգականն» սինակը:

Արդ, առաջ անցնելով, փորձենք նախ հասկանալ «Հոլովք Արեգականն» եւ «Ասպարէզք Արեգականն» մակաչափերը:

Վերը վկայաբերուած հատուածի վերջում կայ մի ուշագրաւ տեղեկութիւն. «... է մասն **հոլով մի ըստ չափու Արեգականն**»: Այստեղ նշուած է, որ «հոլով»ը ըստ Արեգակի չափի է: Փորձենք հասկանալ սա:

Այս հատուածում կապ է ստեղծուած Արեգակին վերաբերող մի քանի մակաչափերի միջեւ: Այսպէս. «Գիր Արեգականն» մակաչափը կապուած է «Աստիճանք Արեգականն» մակաչափի հետ, այս վերջինս էլ կապուած է «մաս (կամ մասունք)» կոչուած մակաչափի հետ, սա էլ կապուած է «Հոլովք Արեգականն»ի հետ, եւ «Հոլովք Արեգականն» էլ, իր հերթին, կապուած է Արեգակի չափի հետ:

Գիր Արեգականն $\times$ 1000 = Աստիճան Արեգականն,

Աստիճան Արեգականն $\times$ 200 = Մասունք,

1 Մասն = 1 Հոլով Արեգականն: Հոլովն էլ ըստ Արեգակի չափի է:

Իրար շաղկապուած մակաչափերի այս շղթան հասկանալու համար նախ ճշտենք, որ «մաս»ը տոմարում ունի մէկից աւելի իմաստներ: Առաջին. մասը ժամա-

⁸ Պատճէն տոմարի (Է-ԺԵ դդ.) քննութիւն եւ բնագրեր, աշխատասիր. Զուլիէտ Էյնաթեանի, Գեորգ Տեր-Վարդանեանի, «Քննասէր» հրատ., Երեւան, 2002, էջ 256:

⁹ Նկատենք, որ սա Հայոց այբուբենի գրերի այնքան էլ եզակի եւ խորթ կիրառութիւն չէ. այբուբենի տառերը հէնց այս կերպ են կիրառուած տոմարի մէջ տարեգիրները տալու համար, քանի որ տարեգիրը եւս 1-ից 36 արժէքներ ընդունող օրացուցային մակաչափ է: Տե՛ս, օրինակ, **Գեորգ արքեպս. Մերայդարեան**, Եկեղեցական տոմարագիտութիւն, Մայր Աթոռ Ս. Էջմիածին, 2004, էջ 74 – 75:

նակի չափման միավոր է: Դա ժամի 1/30-րդ մասն է: Մէկ ժամը բաղկացած է 30 մասից¹⁰: Այսինքն, ժամանակաչափութեան արդի միավորներով կը լինի **1 մաս = 2 րոպէ**:

Միեւնոյն ժամանակ, այս մասը հաւասարեցուած է Արեգակի 1 հոլովին. «Եւ Արեգակն Ա (1) հոլովն մասն կոչի»¹¹: Աւելին, կայ վկայութիւն, ուր այս մասը մեկնաբանուած է թէ՛ իբրեւ ժամանակային միավոր եւ թէ՛ իբրեւ Արեգակի շարժումը ցուցանող միավոր. «Աւրն ունի ժամս ԺԲ (12), գիշերն՝ նոյնպէս: Աւրն ունի մասունս 3Կ (360)... եւ մասն հոլով մի է Արեգակնն, հոլովն Շ (500) ասպարէս է, ասպարէսն՝ վտեւան մի է, եւ վտեւանն՝ Ճ (100) քայլ...»¹²: Այստեղ էլ մասը մի կողմից ժամանակային միավոր է՝ 1/30 ժամ տեւողութեամբ, միւս կողմից՝ հաւասար է Արեգակի 1 հոլովին, որն էլ 500 ասպարէզ է. այս վերջինը արդէն երկարութեան միավոր է: Այսինքն, մի կողմից այս մասը ժամանակի միավոր է, միւս կողմից՝ կապուած է երկարութեան միավորի հետ:

Աստղագիտութեան մէջ այսպիսին են երկնային կոորդինատները, որոնք կարող են չափուել թէ՛ ժամանակային միավորներով եւ թէ՛ անկիւնային միավորներով¹³: Միւս կողմից էլ՝ աղեղնային (անկիւնային) միավորները կարող են կապուել երկարութեան միավորների հետ: Սրա համար հարկ է, որ յայտնի լինի կամ մինչեւ տուեալ աղեղը եղած հեռաւորութիւնը, եւ կամ՝ տուեալ աղեղի մէկ միավորին համապատասխանող երկարութեան գծային չափը: Մեր պարագայում ունենք նշուած դէպքերից երկրորդը. տրուած է Արեգակի անցած աղեղին համապատասխանող երկարութեան գծային չափը:

Յայտնի է, որ Արեգակի դիտուող սկաւառակի անկիւնային տրամագիծը (որ է **Արեգակի** դիտուող անկիւնային **չափը**) մօտ 0.5 աղեղնային աստիճան¹⁴ է: Եւ սա նշանակում է, որ եթէ երկնքով Արեգակի անցած ուղին, որ գիշերահաւասարների օրերին մօտաւորապէս 180 աղեղնային աստիճան է, չափենք հէնց Արեգակի չափով, ապա այդ ուղու վրայ Արեգակը (Արեգակի սկաւառակը) կը տեղաւորուի **360 անգամ**: Ահա, սրան զուգահեռ էլ տոմարական պատճէում ունենք. «Թէ կամիցիս գիտել, թէ Արեգակնն այսաւր քանի հոլովումն առնու եւ կամ քանի ասպարէզ ընթանայ, Կա՛լ զժամ աւուր, Լ (30) ասպատկեա՛ եւ այնչափ հոլովումն առնու: Կա՛լ զհոլո-

¹⁰ Տե՛ս, օրինակ, **Անանիա Շիրակացի**, Տիեզերագիտութիւն եւ տոմար, աշխատ. Աշ. Աբրահամեանի, Հայպետիրատ, Երեւան, 1940, էջ 83, գլ. ԾԷ: Այստեղ կայ.. «Զի նչ է որ ժամն .Լ. մասն է. Այս ըստ այսմ բաղդատութեան է, զի որպէս .Լ. աւուրքն զամիսն կատարեն, զորս մարդն առաջին ամս կոչէ. սոյնպէս եւ սա՛ ամանակ գոլով .Լ. մասամբ կատարի...»: Հարկ է նշել, որ «մաս»ը նաեւ աղեղնային միավոր է եւ իբրեւ այդպիսին 1 մաս = 0.5 աղեղնային աստիճան: Սակայն սոյն տեղում մասը ունի ժամանակային միավորի իմաստ:

¹¹ Պատճէն տոմարի, էջ 179:

¹² Անդ, էջ 147:

¹³ Օրինակ, հասարակածային կոորդինատներից ժամային անկիւնը, կամ ուղղակի ծագումը չափում են թէ՛ ժամանակի միավորներով (ժամ, րոպէ, վայրկեան), եւ թէ՛ աղեղնային միավորներով (աղեղնային աստիճան, րոպէ, վայրկեան):

¹⁴ Հարկ է ուշադիր լինել եւ չշփոթել աղեղնային աստիճանը (որ մաթեմատիկայում կիրառուող արդի միավոր է) հայկական միջնադարեան տոմարական-տիեզերագիտական աղբիւրներում (եւ հէնց վերը վկայաբերուած հատւածներում) հանդիպող «աստիճան» յորջորջուող միավորի հետ: Ստորեւ կը տեսնենք, որ դրանք տարբեր միավորներ են: Շփոթութեան աղիթ չտալու համար ստորեւ ամենուր այս արդի մաթեմատիկական միավորը կանուանենք «աղեղնային աստիճան»:

վումն՝ Շ (500) ասպարեկա՝ եւ այնչափ ասպարեկ ընթանայ: Ձի ի հասարակ արեւն թաւալի Արեգակնն յեկից մինչեւ ի մուտս ՅԿ (360) եւ անդի յառաջ Ա (1), Ա (1) յաւելու ի տինն, իսկ զիջականն՝ Ա (1), Ա (1) պակասի:

Յորժամ արն ժԲ (12) ան ժամ լինի, ՅԿ (360) հոլովումն առնու եւ ՃՁՌ (180 000) ասպարեկ ընթանայ, եւ յորժամ արն ժԵ (15) ժամ լինի, ՆԾ (450) հոլովումն առնու, ՄԻԵՌ (225 000) ասպարեկ ընթանայ, զոր ունանք յերկրաչափացն ասացին Երկրի լայնութիւն ՃՁՌ (180 000) ասպարեկ, եւ այլք՝ ՄԻԵՌ (225 000)¹⁵:

Այս նոյնի մի այլ տարբերակն է Անանիայի Տոմարի Կ գլխի պարունակութիւնը. «Ձի նչ է որ .Շ. ասպարեկ է .Ա. յառաջխաղացումն Արեգական. Ձայս երկրաչափականաւն զիտացին: Ձի երկրի լայնութիւն եւ զերկայնութիւն .ՃՁՌ. ասպարեկս ասացին երկրաչափքն, որ հրամանաւ առաջին թագաւորացն Աղեքսանդրի եւ այլոցն՝ շրջեցան եւ տեսին զաշխարհս: Արդ՝ ի հասարակաւորէն նշմարելով զարեգակն, թէ .ՅԿ. անգամ թաւալեցաւ, եւ բաժանեցին զ.ՃՁՌ. ասպարեկն .ՅԿ. թաւալումն. եւ այլ[ս]պէս որ .Ա. թաւալումն .Շ. ասպարեկ կոչեցաւ: Եւ մէկ ասպարեկն .Յ. կանգուն է»¹⁶: Այստեղ Արեգակի «հոլով»-ի փոխարէն կիրառուած է «թաւալումն» եզրը: Դրանք միեւնոյն իմաստն ունեն: Իրենց զուտ բառային իմաստով եւս այս բառերը համարեա հոմանիշ են: Ի տարբերութիւն Տոմարական Պատճէնի հեղինակի, Անանիան յայտնում է նաեւ այսպիսի թուերի ստացման հանգամանքները: Ըստ նրա տեղեկութեան՝ այս թուերը ստացուել են երկրաչափների կողմից՝ Երկրի չափերը որոշելու միջոցով, որն էլ արուել է Աղեքսանդրիայի առաջին թագաւորների օրօք: Անշուշտ, իօսքն այստեղ Կոնստանդինոս Պոլսեցու օրօք իրագործուած մեծ ձեռնարկումի մասին է, որի արդիւնքը տեղ է գտել 8 գրքից բաղկացած նրա «Աշխարհագրութեան» մէջ¹⁷: Ըստ Անանիայի յայտնածի, նախ չափուել է Երկիրը եւ ստացուել է, որ Երկրի չափը 180 000 ասպարեկ է, ապա իմանալով, որ հասարակածում գտնուելիս (այսինքն՝ զիշերահաւասարի օրերին) Արեգակը Երկրի վրայով անցնում է 360 անգամ թաւալուելով, 180 000-ը բաժանել են 360-ի եւ ստացել, որ Արեգակի 1 թաւալումը 500 ասպարեկ է: Այստեղ շարադրուածի իմաստը փոքր ինչ տարբեր է նրանից, ինչ մենք գիտենք Պոլսեցու արածի մասին: Ըստ այս շարադրանքի ստացում է, որ 180 000-ը Երկրի շրջագծի միայն կէսն է՝ այն մասը, որի վրայով անցնում է Արեգակը ցերեկուայ ընթացքում: Ուրեմն, Երկրի ամբողջ շրջագիծը պիտի լինի դրա կրկնակին՝ $180\,000 \times 2 = 360\,000$ ասպարեկ: Եթէ ընդունենք ասպարեկի երկարութիւնը ~177 մ, ապա Երկրի շրջագիծը կը լինի $360\,000 \times 177 \text{ մ} = 63\,720 \text{ կմ}$: Սա էապէս մեծ է արդի ճշգրիտ տուեալներից¹⁸:

¹⁵ Պատճէ տումարի, էջ 256:

¹⁶ **Անանիա Շիրակացի**, Տիեզերագիտութիւն եւ տոմար, էջ 84:

¹⁷ Ընդհանրապէս, Երկրի չափերի մեզ յայտնի առաջին որոշումը իրագործել է Էրատոսթենէսը ն.թ. 250 թուին. ըստ նրա չափման Երկրի միջօրեականի երկարութիւնը 250 000 ասպարեկ է, որ հաւասար է մօտ 44 250 կմ (1 ասպ. = ~177 մ): Սա բաւական մօտ է իրական արժեքին: Արդի չափումների համաձայն Երկրի միջօրեականի երկարութիւնը 40 007.88 կմ է. տե՛ս, օր., **А. А. Михайлов**, Земля и ее вращение, “Наука”, Москва, 1984, стр. 13: Պոլսեցու ինքը Երկրի միջօրեականի երկարութիւնը ընդունել է 180 000 ասպարեկ, որ կը լինի մօտ 31 860 կմ. տե՛ս, օր., **Բ. Ե. Թումանեան**, Երկրակենտրոն եւ արեւակենտրոն համակարգերը Հայաստանում, Երեւանի Համալսարանի հրատ., Երեւան, 1973, էջ 19 – 20:

¹⁸ Ընդհանրապէս, հարկ է ի նկատի ունենալ նաեւ, որ հայկական իրականութեան մէջ կիրառուող ասպարեկի մեծութիւնը տարբեր է արեւմտեան ասպարեկներից: Այսպէս, օղաչափութեան ասպարեկը՝ վտեւանը = 211.9 մ է, իսկ գետնաչափութեանը՝ ասպարիզաց ասպարեկը = 227.1 մ. տե՛ս **Ռ. Հ.**

Արդ, դառնալով հոլովը (կամ թաւալումը) Արեգակի չափով սահմանուած լինելուն, տեսնում ենք, որ այստեղ խօսքն Արեգակի միայն անկլինային չափի մասին է եւ ոչ բնաւ գծային չափի: Մէկ ցերեկուայ ընթացքում Արեգակի անցած ուղին (գիշերահաւասարի օրը) 180 աղեղնային աստիճան է, եւ այս աղեղի մէջ էլ Արեգակի անկլինային չափը տեղաւորում է 360 անգամ (տե՛ս վերը): Սա էլ հէնց այն է, ինչ ասուած է վերը վկայաբերուած հատուածներում: Բնականաբար, տարուայ ընթացքում փոփոխում է միջօրէին Արեգակի ունեցած բարձրութիւնը հորիզոնից, եւ ի հետեւանք սրա՝ փոփոխում է ցերեկուայ ընթացքում Արեգակի անցած ուղին՝ նրա գծած աղեղի երկարութիւնը: Ձմեռնամուտին այդ աղեղի երկարութիւնը լինում է նուազագոյնը՝ մօտ 135 աղեղնային աստիճան, իսկ առաւելագոյն արժէքն է ունենում ամառնամուտին՝ մօտ 225 աղեղնային աստիճան¹⁹: Այս աղեղների մէջ էլ Արեգակի անկլինային տրամագիծը կը տեղաւորուի համապատասխանաբար 270 եւ 450 անգամ²⁰: Սրանք հէնց «Հոլովք Արեգականն» մակաչափի արժէքներն են արեւադարձերի օրերին: Այս նոյնը ստացում է նաեւ, եթէ այդ օրերին ցերեկուայ տեւողութիւններով հաշուենք Արեգակի գծած աղեղը: Այսպէս. քանի որ 1 ժամ = 30 մաս, եւ 1 մաս = 1 հոլով, ապա 1 ժամ = 30 հոլով²¹: Այսինքն, 1 ժամում Արեգակն անցնում է 30 հոլով: Ձմեռնամուտին ցերեկը 9 ժամ է, իսկ ամառնամուտին՝ 15 ժամ (տե՛ս Աղիւսակ Գ): Ուրեմն, ձմեռնամուտին կը լինի 9×30 հոլով = 270 հոլով: Իսկ ամառնամուտին կը լինի 15×30 հոլով = 450 հոլով: Այսինքն, «**Հոլովք Արեգականն**» մակաչափը պարզապէս տուեալ ցերեկուայ ընթացքում Արեգակի անցած ուղին է՝ չափուած հէնց իր՝ **Արեգակի անկլինային տրամագծով**:

Սրանից անմիջապէս բացայայտ է դառնում նաեւ «Ասպարէզք Արեգականն» մակաչափի իմաստը: Սա էլ այդ նոյն անկլինային չափին համապատասխան գծային չափն է: Հիմք ընդունելով Երկրի չափը (շրջագծի կէտը՝ 180 000 ասպարէզ), եւ բաժանելով դա Արեգակի հոլովների թուի (360) վրայ, ստացուել է, որ 1 հոլովը = 500 ասպարէզի²²: Ապա օրական Արեգակի անցած հոլովների թիւը բազմապատկելով 500-ական ասպարէզով, ստացուել է օրական Արեգակի անցած ուղու գծային չափը²³: Այսինքն, «**Ասպարէզք Արեգականն**» մակաչափը տուեալ ցերեկուայ ընթացքում Արեգակի անցած ուղին է՝ չափուած երկարութեան միաւորով՝ ասպարէզով: Ի դէպ, այստեղից հետեւում է, որ Արեգակի չափը եւս պիտի լինի 500 ասպարէզ: Եւ հէնց Արեգակի այսպիսի չափ է տրուած «Տաւմար ըստ հայերէն թուոյ»

Վարդանան, Հայաստանի չափերն ու կշիռները, ՀՄՄՀ ԳԱ հրատ., Երեւան, 1989, էջ 104, 107: Ըստ այս չափերի Երկրի շրջագիծը էլ աւելի մեծ կը լինի (76 284, կամ 81 756 կմ):

¹⁹ Այս թուերը դիրութեամբ կարելի է ստանալ հետեւեալ պարզ դատողութեամբ: Եթէ 360 աստիճան աղեղը, որ ամբողջ շրջանն է, Արեգակը անցնում է 24 ժամում, ապա 1 ժամում պիտի անցնի $360 / 24 = 15$ աստիճան: Եւ, բնականաբար, ձմեռնամուտին 9 ժամ ցերեկուայ ընթացքում կ'անցնի $9 \times 15 = 135$ աստիճան, իսկ ամառնամուտին 15 ժամ ցերեկուայ ընթացքում՝ $15 \times 15 = 225$ աստիճան:

²⁰ $135 / 0.5 = 270$, »ձ $225 / 0.5 = 450$:

²¹ Սա ուղղակիօրէն տրուած է եւ Անանիայի Տոմարի ԿԱ գլխում. Անանիա Շիրակացի, նշ. աշխ., էջ 84:

²² $180\,000 / 360 = 500$:

²³ Հարկ է նշել, որ այս պարագայում Արեգակի անցած ուղին նոյնացում է Երկրի շրջագծի համապատասխան հատուածի հետ: Չուտ երկրաչափական առումով սա այնքան էլ ճիշդ չէ: Նման պարագայում հարկ է հաշուի առնել նաեւ Երկրից Արեգակ եղած հեռաւորութիւնը: Այստեղ դա չի արուած: Այս մօտեցումը ճիշդ կը լինէր, եթէ Երկիրը լինէր ոչ թէ գնդաձեւ, այլ հարթ, տափարակ: Միայն այդ պարագայում իրար հաւասար կը լինէին Երկրի չափն ու Երկրի վրայով Արեգակի անցած ուղին:

երկում. «*Լայնություն արեգականն Շ ասպարեզ է*»²⁴:

Արդ, մնաց պարզել «*Աստիճանք Արեգականն*» մակաչափի իմաստը: Մեր կազմած Աղիւսակ Գ-ից երեւում է, որ այս մակաչափի արժեքները փոփոխւում են 180 օրերի ընթացքում 0-ից 36 000, օրական՝ 200-ականով:

«*Աստիճանք*»ը սակաւ կիրառուող չափման միատր է, եւ մեզ հասած տոմարական-չափագիտական երկերում դրա կիրառութեան օրինակները քիչ են: Այս առումով յոյժ թանկարժէք է «Հարցումն Բարսեղի առ Գրիգոր» երկից հետեւեալ տեղին. «*Բարսեղն ասէ. որչափ լայնություն յերկրիս: Գրիգորն ասէ. որչափ բարձրութիւն յերկնից է, այնչափ լայնություն յերկրիս է: Գրիգորն ասէ. Ես ասեմ Բարդուղիմէոս եւ Փիլիպոս վկայէին վասն զի ԹՌԹՃՂ եւ Թ աստիճան է յերկրէ մինչեւ յամպն, նոյն չափով յամպէս մինչեւ ի արեգակն, եւ արեգակէն մինչեւ յաթոռ աստուածութեան այսչափ աստիճան է: Բարսեղն ասէ. աստիճան որչափ է: Գրիգորն ասէ. Ա աստիճանն ԵՃ ասպարեզ է...*»²⁵:

Այստեղ տրուած է, որ մինչ երկինք եղած բարձրութիւնը հաւասար է Երկրի լայնութեանը (այսինքն՝ չափին), Երկրից մինչեւ ամպերնեղած բարձրութիւնը 9999 աստիճան է, ամպերից մինչ Արեգակ՝ եւս 9999 աստիճան է, եւ նոյնքան՝ 9999 աստիճան է Արեգակից մինչ Աստուածութեան աթոռը: Եւ 1 աստիճան = 500 ասպարեզ: Այստեղ կարեւոր է այն, որ աստիճանը կիրառուած է որպէս **բարձրութեան չափման միատր**: Հէնց այսպէս է նաեւ մեր խնդրոյ առարկայ «*Աստիճանք Արեգականն*» մակաչափը: Այսինքն, այս միատրի կիրառութեան երկու դէպքերում էլ տեսնում ենք, որ այն կիրառուած է **բարձրութիւն** չափելու համար: Այսինքն, սա **ուղղահիգ առանցքով** չափումներ անելու համար կիրառուող միատր է:

Երկնքի ամբողջ բարձրութիւնը այստեղ տրուած չէ. տրուած է միայն մինչ ամպերը, մինչ Արեգակը եւ Աստուածութեան աթոռն եղած աստիճանների թիւը: Ընդ որում, սրանք իրարից հեռու են 9999-ական աստիճան: Ստացւում է՝ Երկրից մինչ Արեգակ 19 998 աստիճան: Միեւնոյն ժամանակ, եթէ ընդունենք ըստ այս հատուածի, որ մինչ երկինք եղած բարձրութիւնը հաւասար է Երկրի լայնութեանը (այսինքն՝ չափին) եւ 1 աստիճան = 500 ասպարեզ, ապա կը ստանանք, որ երկնքի բարձրութիւնը = 360 աստիճան²⁶: Իսկ սա ակնյայտօրէն չի ներդաշնակում մեր «*Աստիճանք Արեգականն*» մակաչափին, որը փոփոխւում է 0-ից մինչեւ 36 000: Մեր մակաչափին չի ներդաշնակում նաեւ Երկրից Արեգակ 19 998 աստիճան լինելը: Այս արդիւնքը ցոյց է տալիս, որ մեր ընդունած առնչութիւններից առնուազն մէկը սխալ է: Միայն կարող է լինել կամ

ա. *Երկրի լայնութիւն = երկնքի բարձրութիւն* առնչութիւնը, կամ

բ. *1 աստիճան = 500 ասպարեզ առնչութիւնը* եւ կամ էլ

գ. սխալ են դրանք երկուսը միաժամանակ:

Երկրի եւ երկնքի չափերի հաւասարութիւնը սխալ համարելու յատուկ հիմք չունենք: Քանի որ ընդունուած է, որ Երկրի լայնութիւնը = Երկրի երկայնութեանը, ապա բնական է ակնկալել, որ այս միեւնոյն չափը լինի նաեւ երկնքի բարձրութեան

²⁴ Տե՛ս Ռ. Հ. Վարդանեան, նշ. աշխ., էջ 209:

²⁵ Տե՛ս Ռ. Հ. Վարդանեան, նշ. աշխ., էջ 207:

²⁶ 1 աստիճան = 500 ասպարեզ, երկնքի բարձրութիւն = Երկրի լայնութիւն եւ Երկրի լայնութիւն = 180 000 ասպարեզ տուեալների հիման վրայ, ապա կը ստանանք Երկնքի բարձրութիւնը = 180 000 ասպարեզ / 500 ասպարեզ = 360 աստիճան:

համար (այսինքն, հաւասար չափեր երեք առանցքներով):

Գալով յաջորդին, ապա լիովին հնարաւոր է, որ սխալ լինի $1 \text{ աստիճան} = 500 \text{ ասպարեզ}$ առնչութիւնը: Տեսնենք, թէ ի՞նչ առնչութիւն պիտի լինէր սրա փոխարէն ըստ մեր Խառնախորանի:

Ըստ Խառնախորանի, Արեգակի աստիճանները փոփոխուում են 0-ից 36 000, օրական՝ 200-ական: Բացի այս, Խառնախորանի թուերի համեմատութիւնից տեսնում ենք, որ 200 աստիճան բարձրութեանը համապատասխանում է 1 մաս, 1 մասին համապատասխանում է 1 հոլով, սրան էլ՝ 500 ասպարեզ: Այսինքն, 200 աստիճան = 1 մաս = 1 հոլով = 500 ասպարեզ: Ուրեմն, 1 աստիճան = $1 / 200$ մաս = $1 / 200$ հոլով = $500 / 200$ ասպարեզ = 2.5 ասպարեզ:

Ուրեմն, **ըստ Խառնախորանի, 1 աստիճան = 2.5 ասպարեզ**: Հետեւաբար, 36 000 աստիճան = 90 000 ասպարեզ: Այս կերպ Արեգակի բարձրանալ-խոնարհիլը, որ 36 000 աստիճան է, ստացում է 90 000 ասպարեզ:

Նկատենք, որ «*Աստիճանք Արեգականն*» մակաչափի կապակցութեամբ Արեգակի համար ասում է «*բարձրանալ*» եւ «*խոնարհիլ*»: Այսինքն, այս մակաչափի փոփոխութիւններն ընկալուել են իբրեւ Արեգակի դիրքի այնպիսի փոփոխութիւն, որ կարելի է համարել կամ բարձրանալ, եւ կամ ցածրանալ՝ իջնել: Ձուգադրելով սա «աստիճան»ը ուղղաձիգ առանցքով չափումների միաւոր լինելուն, կարող ենք այս «*բարձրանալ*»ը եւ «*խոնարհիլ*»ը հասկանալ ուղղակի իմաստով, եւ այս պարագայում սա կարող է լինել միայն հորիզոնի նկատմամբ Արեգակի օրական առաւելագոյն բարձրութեան փոփոխութիւնը տարուայ ընթացքում:

Աստղագիտութիւնից էլ յայտնի է, որ խաւարածրի եւ հասարակածի կազմած անկիւնը մօտ 23.5 աղեղնային աստիճան է (23.5): Սա հանգեցնում է այն բանին, որ արեւադարձերի օրերին Արեգակը լինում է հասարակածից վար եւ վեր հենց 23.5-ական աստիճան: Այս կերպ հորիզոնի նկատմամբ Արեգակի բարձրութեան փոփոխութիւնը լինում է այս մեծութեան կրկնակին՝ $23.5 \times 2 = 47$: Սա կարող ենք կլորացուած համարել 45: Կարող ենք նաեւ այս մօտաւոր հաւասարութիւնը փոխարինել ճշգրիտ հաւասարութեամբ՝ համարելով, որ առկայ տարբերութիւնը պայմանաւորուած է չափումների սխալով²⁷: Այսինքն, կը ստանաք, որ Արեգակի իրական դիրքի փոփոխութիւնը լինում է ~ 45: Իսկ հորիզոնից մինչեւ զենիթ, այսինքն՝ երկնքի բարձրութիւնը, 90 է, որ հաւասար է Արեգակի դիրքի փոփոխութեան կրկնակիին. $2 \times 45 = 90$: Ուրեմն, **երկնքի բարձրութիւնը պիտի լինի Արեգակի դիրքի փոփոխութեան կրկնապատիկը**, այսինքն՝ $2 \times 90\ 000$ ասպարեզ = 180 000 ասպարեզ (կամ, որ նոյնն է՝ 72 000 աստիճան): Ստացուեց, որ երկնքի բարձրութիւնը հաւասար է Երկրի լայնութեանը. սա այն է, ինչ տրուած էր «*ա*» կէտում: Այսինքն, սխալ էր, իրօք, ոչ թէ «*ա*» կէտի առնչութիւնը, այլ «*բ*» կէտինը:

Այստեղից հնարաւոր է նաեւ գտնել այս «աստիճան» միաւորի արժէքը չափման արդի միաւորներով: Քանի որ հորիզոնից զենիթ ստացում է 72 000 աստիճան եւ սա էլ, միւս կողմից 90 է, ապա $72\ 000$ աստիճանը = 90: Եւ 1 աստիճան = $90 / 72$

²⁷ Անշուշտ, 1 աղեղնային աստիճան սխալը այնքան էլ փոքր չէ, անտեսելի լինելու համար: Չի բացառուում նաեւ, որ ոչ թէ չափումներն են սխալ արուել, այլ չափումներից ստացուած արդիւնքը **միտումնաւոր** փոխարինուել է այլ՝ մօտիկ արժէքով, որպէսզի իրար ներդաշնակեն Երկրի եւ երկնքի չափերի համար ընդունուած թուերը եւ դրանց միջեւ լինեն «զեղեցիկ» առնչութիւններ:

000 = 03.00125:

Այսպիսով, հասկանալի է դառնում նաեւ մեր խնդրոյ առարկայ մակաչափերից «Աստիճանք Արեգականն»ը եւ դրա փոփոխութիւնը տարուայ ընթացքում:

Ստացում է, որ **«Աստիճանք Արեգականն»ը երկնքում ձմեռնամուտի դիրքի նկատմամբ Արեգակի անկիւնային բարձրութիւնը ցոյց տուող մակաչափ է:** Փոփոխում է 0-ից 36 000 միջակայքում, որին համապատասխանեցուած է Արեգակի դիրքի 453 փոփոխութիւնը հասարակածի նկատմամբ: Այն համապատասխանում է 0.00125 (որ է 1 / 800) աղեղնային աստիճանի. **1 աստիճան = 03.00125:**

Այս մակաչափերի եւ դրանց փոփոխութիւնների քննութեամբ պարզուեց նաեւ Խառնախորանի ստեղծողների պատկերացումը Երկրի եւ երկնքի չափերի մասին:

Ստացուեց, որ Երկրի չափերն ընդունուած են եղել 180 000 ասպարեզ, երկնքի բարձրութիւնը եւս համարուել է 180 000 ասպարեզ: Արեգակի բարձրութեան փոփոխութիւնը երկնքում համարուել է երկնքի ամբողջ բարձրութեան կէսը՝ 90 000 ասպարեզ: Սակայն, ի տարբերութիւն Երկրի չափերի, երկնքի բարձրութիւնը արտայայտուել է աստիճանով, որ եղել է յատուկ միաւոր՝ ուղղաձիգ ուղղութեամբ չափումների համար, եւ արդի մաթեմատիկայում կիրառուող միաւորներով Խառնախորանի 1 աստիճան = 03.00125: