

ԱՐԵՎԱԿԱՅԻՆ ԺԱՄԱՅՈՒՅՑՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՅՄԱՆԸ ՎԵՐԱԲԵՐՈՂ ՏԵՔՍՏ

(գրված Պետրոս առաջինի կողմից)

1708 թվականին ռուս հալանի աստղագետ Յա. Վ. Բրյուսը թարգմանել է սուսերեն Պլուրկինշտեինի „Ertzherzogliche Handgriffe desz Zirckels und Lineals“ (Վիեննա, 1686 թ.) վերնագիրը կրող կիրառական երկրաչափությունը: Այն խմբագրել է Պետրոս առաջինը, որի կարգադրությամբ և գիրքը լույս է տեսել: Դիրքը վերահրատարակվել է 1709 և 1725 թվականներին¹: 1709 թվականի հրատարակության մեջ, վերջին մասում Պետրոս Առաջինի կողմից ավելացվել է մի բաժին, որը վերաբերում է արեգակնային ժամացույցների կառուցմանը²: Այդ բաժինը կազմված է մի քանի թերթից և ունի 3 զծագիր: 1725 թվականի հրատարակության մեջ, որը վերահրատարակվել է Եկատերինա Ալեքսանդրովնա կարգադրությամբ՝ Պետրոս Առաջինի մահից հետո, այդ բաժնից, ինչպես նաև ամբողջ գրքից բացակայում են զծագրերը: Դուցե ենթադրվել է դրանք ներդնել առանձին զծագրերի ձևով, քանի որ դրանց տեղերը տեքստում բաց են թողնված. համեմատելով դեպք այդ տարվա բոլոր հրատարակված օրինակներում զծագրերը չկան:

¹ 1709 թվականին հրատարակված գրքի վերնագրերն է՝ „Приемы циркуля и линейки или избранныйшее начало въ математическихъ искусствахъ имже возможно легкимъ і новымъ способомъ землемерія, і иныхъ изъ онаго проиходащихъ искусствъ“: 1925 թվականի հրատարակության վերնագիրը փոքր փոփոխություններով գրեթե պահպանվել է նույնը:

² Տե՛ս, օրինակ „История естествознания в России“, т. I, гл. I, 1957 թ., էջ 221—222:

Արեգակնային ժամացույցներին վերաբերող վերոհիշյալ տեքստը հետաքրքրական է ոչ միայն այն տեսակետից, որ մեկ անգամ ևս հաստատվում է այն, որ Պետրոս Առաջինը մեծ հետաքրքրություն է ցուցաբերել դեպի ընական և, մասնավորապես, կիրառական գիտությունները և ինքը անձամբ եղել է դրանց լավագույն գիտակը, այլև այն տեսակետից, որ այդ տեքստը բավականին հետաքրքրություն է ներկայացնում նաև գույտ աստղագիտական տեսակետից: Այստեղ տրվում է հորիզոնական, դեպի հարավ, արևելք ու արևմուտք ուղղված ուղղաձիգ թվատախտակների հարթություններ ունեցող արեգակնային ժամացույցների երկրաչափական կառուցումների նկարագրությունները: Ինչպես այդ ժամանակներում սովորաբար ընդունված էր, առաջադրությունները ներկայացվում է առանց մաթեմատիկական որևէ հիմնավորման:

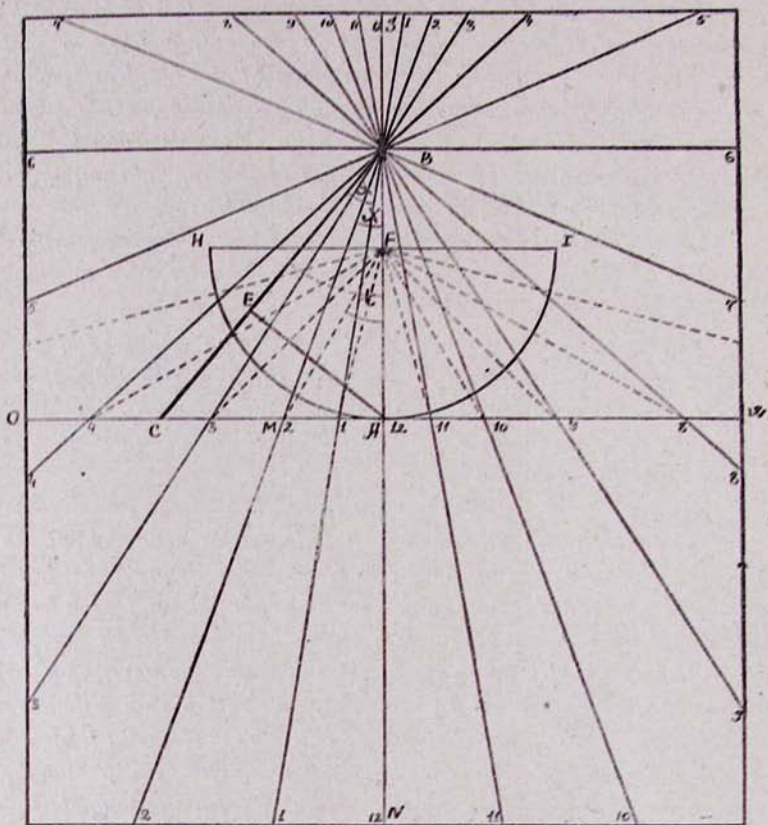
Մենք այստեղ կրեքենք Պետրոս Առաջինի տված կառուցումների սխեմաները և ցույց կտանք դրանց ճշտությունն ապացույցող հիմքերը:

Արեգակնային ժամացույցների կառուցմանը վերաբերող քննարկվող տեքստը բաղկացած է երեք գլխից: Առաջին գլուխը («Какъ делать горизонталномъ месте солнечныя часы») վերաբերում է հորիզոնական թվատախտակի հարթություն ունեցող ժամացույցների կառուցմանը:

Վերցվում են հարավ-հյուսիս ($S-N$) և արևելք-արևմուտք ($O-W$) ուղղությունները պատկերող փոխադարձ ուղղահայաց երկու ուղիղ (գծ. 1): Դրանց հատման կետից կամավոր հեռավորության վրա ընտրվում է գնդմոնի ամրացման կետը (B) և տարվում BC ուղիղը ափսոս, որ այն AB -ի հետ կազմի մի անկյուն, որը հավասար լինի տեղի աշխարհագրական լայնությանը (φ): ABC եռանկյունը եթե դնենք ափսոս, որ AB -ն մնա թվատախտակի հարթության վրա, իսկ եռանկյան հարթությունը լինի ուղղահայաց թվատախտակի հարթությանը, ապա BC -ի ստվերը ցույց կտա ցերեկվա համապատասխան ժամը: Թվատախտակի ժամագծերը կառուցելու համար A -ից իջեցվում է ուղղահայաց BC -ի վրա և AB ուղղության վրա գտնում F կետը ափսոս, որ AF -ը հավասար լինի AE -ին: Այնուհետև կարկիսի սուր ծայրը դրվում է F կետում և կառուցվում AF շառավիղով կիսաշրջանը ու

³ Այսուհետև մեքերիումները կառարվելու են զրքի 1725 թվականի հրատարակությունից:

ալն բաժանվում 12 հատաար մասի: Եթե կիսաշրջանի կենտրոնը միացնենք բաժանման կետերի հետ և ստացված շառավիղները շարունակենք մինչև $O-W$ ուղղի հետ հատվելը ու համաման կետերը միացնենք B -ի հետ, ապա այդ ուղիղները կլինեն թվատախտակի ժամացույցները: Ընդ որում ժամը «12»-ի ժամացույցը կգտնվի $S-N$ ուղղի վրա. նրանից ձախ համապատասխանաբար դառա-



Դժ. 1. Հորիզոնական թվատախտակի հարթութլամբ արեգակնային ժամացույցի սխեման:

վորված կլինեն ետևսօրյա 1—6, իսկ աշ` մինչևօրյա 11—6 ժամերին համապատասխանող ուղղութլունները: Առավոտյան և երեկոյան ժամը 6-ի համար շորպես ժամացիժ կհանդիսանա B -ից $O-W$ -ին տարված զուգահեռը. քանի որ F -ից կիսաշրջանը սահ-

մանափակող տրամագծով զնալով, այն OW -ին կհանդիպի ան-
վերջության մեջ. իսկ հատման կետն էլ միացնելով B -ին, նորից
կստացվի OW -ին զուգահեռ ուղիղ:

Ցույց տանք վերը նշված կառուցման ճշտությունը: Վերց-
նենք որևէ ժամագիծ և նրանով ու «12» ժամագծով կազմված
անկյունը նշանակենք x -ով: Գծագրից երևում է, որ

$$\operatorname{tg} x = \frac{AM}{AB}:$$

AMF եռանկյունուց $AM = AF \cdot \operatorname{tg} t$, որտեղ t -ն համապատասխան
ժամն է:

Տեղադրելով AM -ի արժեքը, կստանանք՝

$$\operatorname{tg} x = \frac{AF}{AB} \cdot \operatorname{tg} t,$$

կամ (քանի որ $AF = AE$)՝

$$\operatorname{tg} x = \frac{AE}{AB} \cdot \operatorname{tg} t.$$

և, վերջապես՝

$$\operatorname{tg} x = \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} t:$$

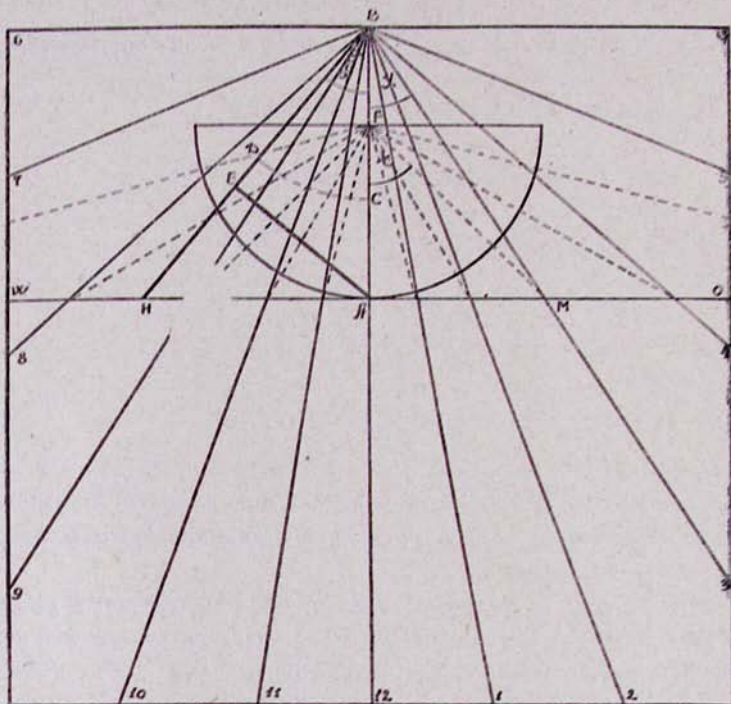
Ստացանք հորիզոնական թվատախտակի հարթություն ունե-
ցող արեգակնային ժամացույցների համար գոյություն ունեցող
հանրահայտ բանաձևը, որը և ցույց է տալիս վերոհիշյալ կառուց-
ման մեթոդի ճշտությունը:

Երկրորդ գլուխը վերաբերում է երեսով դեպի հարավ ուղղված
արեգակնային ուղղաձիգ թվատախտակով ժամացույցների կառուց-
մանը: (Այն վերնագրված է՝ „Какъ делать часы лицомъ къ Зюи-
ду“)՝

Ինչպես հայտնի է (մասնավորապես հին հայկական աստղա-
գիտական գրականությունից), ուղղաձիգ թվատախտակով արեգակ-
նային ժամացույցներ կարելի է կառուցել նաև առանց հաշվումնե-
րի ու հատուկ կառուցումների՝ օգտագործելով հորիզոնական թվա-
տախտակի հարթություն ունեցող ժամացույցները: Դրա համար
հյուսիսային մասով վերջիններիս ուղղահայաց կերպով հենվում են
շենքի հարավային պատին, ձողը շարունակվում մինչև պատը, ձո-
ղի ու պատի հատման կետերը միացվում են հորիզոնական ժա-

մացուլցի ժամագծերի ու պատի հատման կետերի հետ: Սույն տեքստում արվում է ուղղաձիգ ժամացուլցի կառուցումը՝ առանց օգտագործելու հորիզոնական թվատախտակի հարթութլուն ունեցող արեղակնային ժամացուլցների սխեմաները:

Տարվում է $W-O$ հորիզոնական ուղիղը և նրան ուղղահայաց՝ վերից ուղղաձիգ վար իջնող ուղիղ (դժ. 2): Հորիզոնական ժամացուլցների նման, այստեղ ևս արդ ուղիղների հատման A կետից կամավոր հեռավորութլուն վրա վերցվում է B կետը և տարվում



Գծ. 2. Դեպի հարավ ուղղված ուղղաձիգ արեղակնային ժամացուլցի սխեման:

BH ուղիղը, որը այս անգամ արդեն AB -ի հետ կազմում է $(90^\circ - \varphi)$ անկյուն, որտեղ φ -ն տեղի աշխարհագրական լայնութլունն է: Անհրաժեշտ կառուցվում են ժամագծերը՝ համանման հորիզոնական թվատախտակով ժամացուլցների ժամագծերի կառուցմանը: Հասկանալի է, որ, ի տարբերութլուն նախորդի, այստեղ ետկեսօրյա «1—6» ժամագծերը դասավորված կլինեն «12» ժամագծից աջ

(Թվատախտակի արևելյան կեսում), իսկ մինչևեւորյա ժամագծերը՝ ձախ (Թվատախտակի արևմտյան կեսում):

Տանք նման կառուցման մաթեմատիկական հիմնավորումը:

Վերցնենք կամավոր M ժամագիծը: Այդ ժամագծով և ժամը «12»-ին համապատասխանող գծով կազմված x անկյան համար կունենանք՝

$$\operatorname{tg} x = \frac{AM}{AB} = \frac{AF \cdot \operatorname{tg} t}{AB} = \frac{AE}{AB} \cdot \operatorname{tg} t = \sin(90^\circ - \varphi) \cdot \operatorname{tg} t:$$

Կամ, վերջնականապես՝

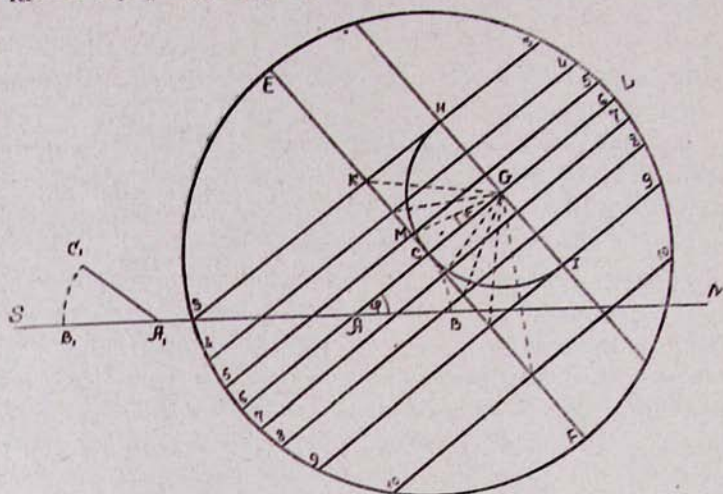
$$\operatorname{tg} x = \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} t$$

հանրահայտ բանաձևը, որը և ցույց է տալիս վերոհիշյալ կառուցման ճշտությունը:

Սովորաբար աստղագիտական գրականության մեջ տրվում է հորիզոնական, ուղղաձիգ ու հասարակածային արեգակնային ժամացույցների նկարագրությունը: Ներկա տեքստում բացակայում է հասարակածի հարթությանը զուգահեռ թվատախտակի հարթություն ունեցող արեգակնային ժամացույցի նկարագրությունը: Դրա փոխարեն տրվում է գրականության մեջ հաղվագյուտ պատահող այնպիսի արեգակնային ժամացույցների նկարագրություն, որոնք կառուցվում են դեպի արևելք ու արևմուտք ուղղված ուղղաձիգ պատերի վրա: Անցնենք վերջիններիս կառուցման նկարագրությանն ու նրանց ճշտության հիմնավորմանը: (Սույն գլուխը վերնագրված է՝ „Солнечные же часы делать на Остѣ и на Востѣ, на боку или стене перпендикулярном“):

Տարվում է SN հորիզոնական ուղիղը և AL -ն այնպես, որ այն SN -ի հետ կազմի φ անկյուն, որտեղ φ -ն նորից տեղի աշխարհագրական լայնությունն է (գծ. 3): AL -ի վրա վերցվում է G կամավոր կետը և կառուցվում HCI կիսաշրջանը: C -ից տարվում է այդ կիսաշրջանին շոշափող EF ուղիղը (այն ուղղահայաց կլինի AL -ին): HCI կիսաշրջանը բաժանվում է 12 հավասար մասի, հատման կետերը միացվում են G կենտրոնի հետ և ստացված շառավիղները շարունակվում մինչև EF շոշափողի հետ հատվելը: Այնուհետև հատման կետերից տարվում են ուղիղներ՝ զուգահեռ AL -ին: Դրանք էլ կլինեն համապատասխան ժամագծերը: Ժամացույցի ցուցիչ ձողը պատրաստվում է ճարմանդաձև (скоба), ուղղանկյունաձև ծոված ծալերն ամրացվում են պատին (AL ուղղի

վրա), իսկ ինքը լինում է զուգահեռ AL -ին: Ձողի հեռավորությունը պատից հավասար է վերահիշյալ շրջանագծի շառավղին: Եթե ժամացույցը պատրաստված է դեպի արևելք նալող պատի վրա, ապա AL ուղիղը կառուցվում է զծագրում րեւմածի նման, այսինքն՝ $\angle NAL = \varphi$: Իսկ եթե այն պատրաստվում է հովեւօրյա ժամերը ցույց տալու համար, ալսինքն՝ դեպի արեւմուտք ուղղված պատի վրա, ապա ժամագծերը թեքված կլինեն դեպի մլուս կողմը, ալսինքն այս անգամ էլ կառուցելիս տեղի աշխարհագրական լայնութլանը հավասար կլինի SA_1C_1 տնկլունը և ժամագծերը զուգահեռ կլինեն A_1C_1 ուղղութլանը:



Պժ. 3. Դեպի արեւելք (կամ արեւմուտք) ուղղված ուղղաձիգ արեւդակնային ժամացույցի սխեման:

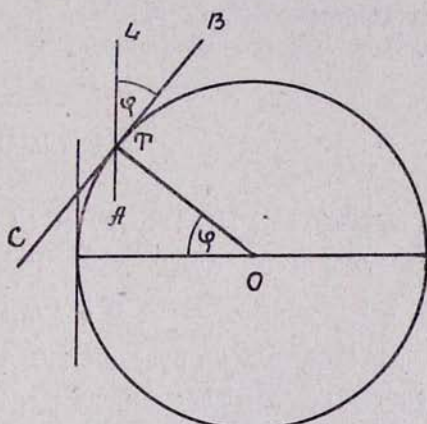
Ժամագծերի նման կառուցումների հիմնավորման համար օգտվենք հետևյալ դատողութլուններից:

Եթե նկարագրված ժամացույցը օդտագործվեր երկրագնդի հասարակածի վրա, ապա Արեգակը իր օրական շարժումը կատարելով զուգահեռ հասարակածի հարթութլանը, ժամացույցի ցուցիչ-ձողի ստվերը կլիներ միշտ զուգահեռ SN ուղղին: Ընդ որում ժամը 6-ին ստվերը կհամընկներ SN -ի հետ. դրանից 1 ժամ առաջ (երբ Արեգակի դիրքը տեղափոխված է 15° -ով) ստվերի հեռավորութլունը SN -ից հավասար կլիներ $d \cdot \operatorname{tg} 15^\circ$, որտեղ d -ն ձողի հեռավորութլունն է պատից: 2 ժամ առաջ ստվերը կգտնվեր $d \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$, 3 ժամ

առաջ՝ $d \cdot \operatorname{tg} 45^\circ$ և այլն հեռավորությունների վրա: Դժվար չէ տեսնել, որ դժագրում բերված ժամադրերը ևս այդ ժամագծից՝ AL -ից հեռացված են նշված չափով. այսպես, «5»-ով նշված ժամագծի հեռավորությունը՝ $MC = CG \cdot \operatorname{tg} 15^\circ = d \cdot \operatorname{tg} 15^\circ$. «4»-ով նշվածինը՝ $d \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$ և այլն: Ժամը «12»-ի համար կստացվի $d \cdot \operatorname{tg} 90^\circ = \infty$: Այդ նույն արդյունքն է ստացվում նաև այն պարզ դատողությունից, որ կեսօրին Արեգակը գտնվելով պատի ուղիղ վերևում, ձողի ստվերը զուգահեռ կանցնի պատին:

Եթե ժամացույցը չի գտնվում հասարակածի վրա, ապա հորիզոնական դրված ձողի ստվերը նման օրինաչափություններ չի տեղափոխվի: Որպեսզի նրա ստվերը միշտ մնա ինքն իրեն զուգահեռ և գտնվի «6» ժամագծից $d \cdot \operatorname{tg} (n \cdot 15^\circ)$ հեռավորության վրա, որտեղ n -ը ժամերի քանակն է «6»-ից հաշված, ապա անհրաժեշտ է, որ AL -ը, կամ ձողը գտնվի ուղղահայաց հասարակածին:

Դժ. 4-ից երևում է, որ դրա համար փաշխ. լայնություն ունեցող T վայրի CB հորիզոնական գծի նրկատամբ AL -ը պետք է թեքված լինի տեղի աշխարհագրական լայնության չափով: Արեգակը զուգահեռ անցնելով հասարակածի հարթությանը, այդ դեպքում միշտ ուղղահայաց կանցնի AL ձողին, որի պատճառով էլ դրան զուգահեռ դրված ձողի ստվերը կտեղափոխվի վերևում նշված օրինաչափությամբ: Հենց այս էլ պույց է տալիս տեքստում բերված նման ժամացույցների կառուցման ճշտությունը:



Դժ. 4. Դեպի արևելք (կամ արևմուտք) ուղղված ուղղաձիգ արեգակնային ժամացույցների ժամագծերի ուղղության բացատրման սխեման:

Պետրոս Առաջինը ոչ միայն ջանք չէր խնայում նպաստելու բնական գիտությունների և, մասնավորապես, աստղագիտության տարածմանը Ռուսաստանում, այլև ինքը անձամբ շեշտը դնելով դրանց կիրառական կողմի վրա, մասնակցում էր բազմաթիվ գործերի խմբագրման ու հրատարակման գործին. նրա օգնությամբ պատրաստվում կամ այլ երկրներից ձեռք են բերվում դանազան

գիտագական դարձիւներ, ցուցադրական և տապագական մակե-
ներ ու քարանդներ, Հալանի է, որ Ռուսաստանում առաջին գլու-
թաւը փզտակից պատրաստվել է անձամբ Պետրոս Առաջինի
ձեռքով⁴:

Սալն հոգիածի կապակցութեամբ անհրաժեշտ է նշել, որ
«Արաստահմանից վերադառնալուց հետո, բացի խախտումների
գիտումներից, Պետրոսը շարունակում է կիրառական բնույթի գի-
տումներ կատարել: Այսպէս, 1699—1701 թթ. Տաղանդաւում Պե-
տրոսը պանում էր կեսօրիկի գիծը ուղղածից սլան-դնումնի ստվերի
միջոցով, օրվա կեսի ստվերով որոշում էր (տեղի աշխարհագրա-
կան) լայնութեանը և կառուցում էր արեգակնային ժամացույց-
ներ (բնդգծումը մերն է—Բ. Թ.)⁵:

Այսպիսով, Պետրոս Առաջինի կողմից ոչ միայն կատարվել
են տարրեր ախպրի արեգակնային ժամացույցների կառուցման
նկարագրութեաններ, այլև նա ինքը ձեռնամուխ է եղել դրանց
դրժնական պատրաստմանը:

Б. Е. ТУМАНЯН

ТЕКСТ О ПОСТРОЕНИИ СОЛНЕЧНЫХ ЧАСОВ (написан Петром Первым)

Р е з ю м е

В 1708 году на русском языке вышел перевод книги Пюр-
кенштейна „Ertzhcrzogliche Handgriffe desz Zirckels und Li-
neals“ (Вена, 1686), касающейся вопросов практической
геометрии. Книга эта была переведена известным русским
астрономом Я. В. Брюсом и отредактирована Петром Первым.
Во втором русском издании (1709) Петр включил в книгу им
же написанную главу о солнечных часах⁶. Последняя интересна

⁴ „Историко-астрономические исследования“, вып. VII, 1961, էջ 162.

⁵ Б. А. Воронцов-Вельяминов — „Очерки истории астрономии в
России“, Москва, 1956, էջ 53.

⁶ „Приемы циркуля и линейки или избраннейшее начало в математичес-
ких искусствах имже возможно легким и новым способом зем-
лемерия, иных изъ проходящихъ искусств“. Третий раз книга на русском
языке была издана в 1725 г.

не только тем, что Петр Первый проявлял большой интерес к точным, в частности, прикладным наукам и сам лично был недюжинным знатоком этих наук, но и с чисто астрономической точки зрения. Вышеупомянутая глава состоит из трех частей. В первых двух частях дается геометрический метод построения горизонтальных и вертикальных (обращенных к югу) солнечных часов. Третья часть интересна тем, что посвящена редко встречающемуся в литературе описанию построения солнечных часов, расположенных на вертикальных стенах и направленных к востоку и западу. Построения даются без математических доказательств.

В статье приводится подробное описание Петром Первым методов построения солнечных часов, детально исследуются эти методы и дается математическое доказательство их верности.