



EDMUNDAS ADOMONIS

Kultūros, filosofijos ir meno institutas

APIE STEBĖJIMUS

On Observations

SUMMARY

The paper examines several inaccuracies in the evaluation of the status of ordinary observations in science. The analysis is centered on the examples from writings of Alan Chalmers and Ian Hacking. Concerning Hacking's „commonplace facts“ about observation, it is noted that an important platitude is under-emphasized: no experiment, no use of instrument is possible without ordinary observation. It is also argued that the Galileo-example presented by Alan Chalmers does not substantiate his claim that an essential change in the standards of science was brought about at that time; that the replacement of inconsistent naked eye observations does not lead to the general distrust of the senses; that an important part of Galileo's arguments was based on independent ordinary observations. The corrections of ordinary observations and the use of instruments supporting the senses had been known for ages.

SANTRAUKA

Straipsnyje remiantis keletu pavyzdžių nagrinėjami netikslumai vertinant įprastinių stebėjimų vaidmenį moksle. Iano Hackingo „banaliems faktams“ apie stebėjimus trūksta svarbios dalies: joks eksperimentas, joks veiksmas su instrumentu neįmanomas be įprastinių stebėjimų. Straipsnyje taip pat argumentuojama, kad Alano Chalmerso pateikta Galilėjaus istorija neparemia jo bendros išvados apie esminį tuometinių mokslo standartų pasikeitimą: prieštarinių plikos akies stebėjimų atsisakymas neveda prie bendro nepasitikėjimo juslėmis; svarbi Galilėjaus argumentų dalis buvo pagrįsta nepriklausomais įprastais stebėjimais. Jau nuo senovės buvo žinomi įprastų stebėjimų netikslumai ir jusles remiančių instrumentų panaudojimas.

Šiame straipsnyje remiantis keletu pavyzdžių nagrinėjami netikslumai vertinant įprastinių stebėjimų vaidmenį moksle. Tokie netikslumai, nors ir ele-

mentaraus pobūdžio, svariai prisideda painiojant filosofinius bandymus apibūdinti empirinius mokslo pagrindus.¹ Pagrindinis dėmesys skiriamas Alano

RAKTAŽODŽIAI: stebėjimai, Galilėjus, mokslo kaita.

KEY WORDS: observations, Galileo, scientific change.

Chalmerso požiūriui, būtent jo pateiktam Galilėjaus atvejui svarstant mokslo standartų kaitos problemą. Straipsnyje nagrinėjami stebėjimai – tai ne tokie neaiškūs spekuliatyvūs konstruktai kaip „grynas stebėjimas“ ar „stebėjimas kaip veidrodis, atspindintis tikrovę“. Paradigminiu atveju čia yra tokio tipo stebėjimai, su kuriais kasdienybėje susiduria tipiškas žmogus (angliškai įvardijamas kaip *man in the street*). Tokius stebėjimus sinonimiškai vadinsiu įprastais arba elementariais stebėjimais. Reikia pabrėžti, kad įprasti stebėjimai – tai tik išėities taškas, remiantis paradigminiais atvejais: jokiū būdu nėra lengva (o gal ir iš viso neįmanoma) nubrėžti griežtą ribą, kur prasideda neelementarūs stebėjimai. Bet tai nepaneigia, kad yra aiškių atvejų, į kuriuos galime remtis tiek teoriškai aiškindamiesi, tiek praktiškai veikdami. Šio straipsnio pavyzdžiuose neaiškumai dėl stebėjimo elementarumo ribų nebus svarbūs.

Pradinę idėją galima gerai išryškinti Iano Hackingo pastabų apie stebėjimus kontekste. Iš Hackingo negalima būtų tikėtis neteorinio mokslinio darbo sumenkinimo: jis, kaip naujojo eksperimentozmo įkvėpėjas, gindamas eksperimento savarankiškumą teorijų atžvilgiu nuolat pabrėžia, kad teorijos vyravimas istoriniuose bei filosofiniuose mokslo tyrimuose yra neadekvatus. Hackingo mokslinis realizmas – tai eksperimentinis realizmas, kurio pagrindas yra eksperimentiniai-techniniai argumentai nestebimų esybių egzistavimo naudai: „inžinerija, o ne teorizavimas, yra mokslinio realizmo apie esybes

įrodymas“². Taip pat teigiama, kad tiek stebėjimo, tiek teorinio darbo moksle negalima traktuoti kaip monolitinių praktikų: jose glūdi svarbi įvairovė, kurios lengva nepastebėti globaliai žiūrint per supaprastintą filosofinę stebėjimo / teorijos perskyros prizmę.³ Ką galima būtų pasakyti apie elementaresnio lygmens stebėjimus?

Pasak Hackingo, trivialius faktus apie stebėjimą iškreipė dvi filosofinės mados: viena – tai semantinis požiūris (kai kalbama ne apie stebėjimus, o apie stebėjimo teiginius); kita – tai teorijos vyravimas eksperimento atžvilgiu.⁴ Kalbėdamas apie „banalybes“ jis pabrėžia, kad nors stebėjimai visada buvo pirminis duomenų šaltinis, bet su kruopščiu eksperimentavimu labiau susijęs ne „filosofų stebėjimas-kaip-pranešimas-kasmatoma“, bet techninis pastabumas. Iš daugybės esančių ikiteorinių stebėjimo teiginių retai kurie patenka į mokslinius traktatus, o savo objektus modernus mokslas pasiekia per instrumentus, nors niekur nedingstanti ir „matymo plika akimi“ sąvoka. Kaip teigia Hackingas, „eksperimentas išstumia neapdorotus stebėjimus (*raw observation*)“⁵.

Nors atrodytų, kad šios Hackingo pastabos sumanytos subalansuotai išdėstyti stebėjimo ir eksperimento vaidmenį, visgi čia trūksta svarbios banalybės. Jis nuolat pabrėžia eksperimentavimo svarbą vis šiek tiek sumenkindamas įprastų stebėjimų vaidmenį. Bet tai yra netikslu, nes visas eksperimentavimas iš esmės priklauso nuo elementarių stebėjimų – nuo „stebėjimų-kaip-pranešimų-kasmatoma“. Joks eksperimentas,

joks veiksmas su instrumentu nėra įmanomas nestebint, kaip elgiasi viena ar kita tiesioginiam stebėjimui prieinama aparato dalis, pvz., kad rodyklė stovi tarp 1 ir 2. Šiuo būtinu išeities tašku trivialiai galima įsitikinti pabandžius atlikti bent menkiausią veiksmą su instrumentu atsisakius juslėmis teikiamų duomenų (užsidengus akis ir t.t.). Eksperimentas, instrumentų panaudojimas ne išstumia įprastus stebėjimus, bet esmingai jais remdamasis išplečia juos į tas sritis, kuriose stebėjimas nieko tikslaus ar visiškai nieko negali pasakyti. Tokio būtinumo elementas mokslinėje praktikoje negali būti menkinamas. Žinoma, sunku būtų patikėti, kad Hackingas atsisakytų iš esmės pritarti tokiam įprastų stebėjimų vaidmeniui, bet jį pripažįstant reikėtų kitaip formuluoti banalybes apie stebėjimus, ypač stengiantis, kad naudojantys jo knygą kaip vadovėlį galėtų susidaryti adekvatų vaizdą apie empirinius mokslo pagrindus. Tiesa, Hackingas vis pabrėžia kalbąs būtent apie filosofinę stebėjimo sampratą, bet jei toks apibūdinimas tinka „gryno stebėjimo“ konstruktui, tai visiškai netinka kasdieniškai įprastam „stebėjimui-kaip-pranešimui-kas-matoma“.

Prieš nagrinėjant Alano Chalmerso tekstą⁶ reikalingos kelios pastabos apie įprastų stebėjimų patikimumą. Įprasti stebėjimai – tai ne toks dalykas, kur nebūtų galima kartais suklysti. Kone kiekvienas esame patekę į tokią situaciją, kai suklydome ką nors stebėdami paprastomis sąlygomis ar bent trumpai suabejoję, jog galbūt apsigauname stebėdami. Stebėjimai – tai įvairialypės

kokybės dalykas. Pati stebėjimo patirtis mus pamoko, kada nereikia skubėti daryti išvadų (objektas pakankamai toli, trūksta šviesos, prastas regėjimas ir t.t.) ir kaip tikrinti esant neaiškumui (prieiti arčiau, apšviesti, keisti žiūrėjimo kampą ir t.t.). Pravartu apgalvoti ir tokio įprasto nuo viduramžių naudojamo instrumento kaip akiniai patikimumo užtikrinimą: tai daro ne mokslo autoritetas su optikos dėsniais, bet visų pirma pasirėmimas nors ir silpnu, bet tiesioginiu regėjimu be šio instrumento (padeda ir intersubjektyvi pagalba). Chalmersas taikliai pabrėžia aktyvų tikrinimą „kasdienio stebėjimo“ atvejais: „Kad nustatytume suvokimo teisingumą, mes *darome* daugybę įvairių dalykų, daugelį jų automatiškai ir galbūt nesąmoningai. Žvilgsniu tiriame objektus, kraipome galvas, kad įsitikintume, ar nepasikeis stebimas vaizdas ir taip toliau. Jei abejojame, ar matome vaizdą už lango, ar atspindį lange, galime pasukti galvą ir pasižiūrėti, kaip pasikeis matymo kampas.“⁷

Keldamas stebėjimų galimo klaidingumo problemą, Chalmersas kalba apie vieną iš keblumų Koperniko teorijai, iš kurios sekė, kad per kalendorinius metus Marso ir Veneros regimas dydis turi pastebimai pasikeisti, tuo tarpu plika akimi niekas tokių ryškių pokyčių nepastebėjo. Problemą išsprendė Galilėjus pastebėdamas, kad „plika akis – labai nepatikima mažų šviesos šaltinių tamsiame fone dydžio matavimo priemonė.“⁸ Bet verta prisiminti, kad plika akis gali būti nepatikima objektų dydžio matavimo bei lyginimo priemonė ir kitomis

aplinkybėmis: net pačiomis aiškiausiomis sąlygomis iš toli gali būti neįmanoma nustatyti, kuris iš dviejų objektų yra didesnis arba galima visiškai klaidingai nustatyti dydį, kaip antai vertinant Mėnulio regimąjį dydį šiam esant aukštai ir žemai virš horizonto (Mėnulio iliuzija). Tokios pažinimo istorijos pamokos vedė prie to, kad instrumentai tapo mokslo kasdienybe, bet ką tai sako apie mokslinio metodo raidą?

Prieš tęsiant būtina įvesti bendrą problemą, kurią svarsto Chalmersas – tai mokslo standartų ir metodų kaitos problema. Iš vienos pusės Paulo Feyerabend'o anarchizmas ir reliatyvizmas neigia mokslinio metodo egzistavimą. Iš kitos pusės yra teigiančių, kad mokslas funkcionuoja universalus ir neistorinis (pastovus) metodas. Pastarojo pavyzdžiu būtų Johno Worrallo samprata (išgarsinta jo diskusijoje⁹ su Larry Laudanu): yra tam tikri pastovūs bendri mokslo standartai ir tik jų buvimas užtikrina, kad išvengiama reliatyvizmo vertinant savitų (žemesnio lygio) standartų pažangą. Tačiau, Chalmerso požiūriu, yra galimas „tarpinis kelias“ – „mokslas remiasi metodais ir standartais, bet jie skirtingi skirtingose mokslo srityse ir tos pačios mokslo srities metodai bei standartai gali keistis ir tobulėti.“¹⁰ Atmesdamas „kraštutinį reliatyvizmą“, jis nesutinka su Worrallo arba–arba situacija (arba universalus metodas, arba reliatyvizmas): yra galimybė kalbėti apie mokslo metodų ir standartų pagerėjimą kitų atžvilgiu nesiremiant pastoviais aukštesnio lygio metodologiniais principais. Kaip tik Ga-

lilėjaus atvejį¹¹ Chalmersas panaudoja argumentuodamas už tarpinį kelią. Kadangi čia labai svarbios detalės, šį atvejį reikia kruopščiau patyrinti.

Siekdami įvertinti Chalmers'o išvadas remsimės tuo, kaip jis pats apibūdina susidariusią padėtį to meto moksle. Analizės centras – tai Galilėjaus pastangos įtikinti mokslinę bendruomenę, jog teleskopu gauti duomenys patikimai gali būti naudojami gamtotyroje. Keblumas buvo tas, kad tuo metu jo oponentai (aristotelinio mokslo atstovai) tvirtino, jog „vadovavimasis juslėmis ir patyrimu“ yra „paties mokslo kriterijus“¹². Tuo būdu, jei pasikliaujama tiesioginiu regėjimu, gali būti suprantamas nepasitikėjimas Galilėjaus pateiktais teleskopiniais duomenimis. Štai kaip Chalmersas apibendrina Galilėjaus darbą: „kad įdiegtų teleskopą ir teleskopiniai duomenys pakeistų bei išstumtų kai kuriuos plikos akies duomenis, jis turėjo mesti iššūkį šiam kriterijui. Tai padaręs jis pakeitė mokslo standartus.“¹³ Paimkime nedidelę visos istorijos dalį, būtent, kaip siūlo Chalmersas, jau minėtą regimojo Veneros ir Marso dydžio pasikeitimo atvejį, kai yra neatitikimas tarp plikos akies ir teleskopinių stebėjimų. Siekdamas pagrįsti planetų stebėjimo plika akimi nepatikimumą, Galilėjus kėlė spinduliavimo hipotezę, bet svarbiausia buvo tai, kad šį nepatikimumą parėmė tiesioginiais stebėjimais žemiškoje aplinkoje: toli degančio deglo dydžio prieštaringas įvertinimas priklausomai nuo ryškumo fono atžvilgiu ir t.t. Be to, nepasitikėjimą parėmė žvaigždžių bei Veneros stebėjimas įvairiomis aplinkybėmis, pvz., jų

regimas dydis priklauso nuo to, kokio šviesumo sąlygomis atliekame stebėjimus. Tokios rūšies duomenys vedė prie minties apie mažų ir ryškių, palyginti su fonu, šviesos šaltinių tiesioginių stebėjimų nepatikimumą. Tarp kitko, tai leido labiau pasitikėti stebėjimais dienos šviesoje (būtent Veneros atveju), o tai savo ruožtu įgalino plika akimi gauti duomenis, kurie atitiko teleskopinį vaizdą. Tokia buvo viena iš argumentacijos linijų, leidusių Galilėjui paremti kai kurių teleskopinių stebėjimų patikimumą (kaip tai pabrėžia Chalmersas).¹⁴

Dabar reikia atidžiau pažvelgti į Galilėjaus situaciją ir Chalmerso formuluo-tes dėl mokslo kriterijaus pasikeitimo. Nėra pagrindo tvirtinti, kad tuomet buvo atmestas pasiklovimas juslėmis tokiu mastu, jog pakito mokslo metodologinis standartas. Tiesioginiais stebėjimais renkami duomenys jokių būdu nebuvo atmesti. Nepriklausomi nuo teleskopo stebėjimai atliko milžinišką vaidmenį visoje Galilėjaus argumentacijoje¹⁵, įtikinusioje to meto mokslinę bendruomenę. Tai buvo bendras pagrindas Galilėjui ir jo oponentams: ir ne tik kasdieniniai stebėjimai (kaip atrodo degantis deglas tam tikro šviesumo fone ir pan.), bet ir nuo senovės renkamas milžiniškas empirinių duomenų kiekis apie dangaus šviesulių padėtis. Esminis dalykas yra tai, kad įprastinių stebėjimų teikiama medžiaga buvo analizuojama atkreipiant dėmesį į tuos atvejus, kai juslės teikia prieštarinę informaciją (žr. ankstesnę pastraipą). Bet tai Galilėjus sugebėjo sėkmingai panaudoti mokslinėje diskusijoje dėl to, kad pats šis prieštaravimas – stebėjimų, pasikliaujančių

juslėmis, rezultatas. Tokiais ir panašiais atvejais galų gale atsiremama į tai, kad diskusijų dalyviai turi supratimą apie aiškius stebėjimo rezultatus, kurių atžvilgiu gali aiškintis tolesnį stebėjimų patikimumą. Nuo seno, pvz., buvo suprantama, kad aiškūs šalia esančių objektų kokybinio dydžio palyginimo atvejai leidžia kritiškai įvertinti stebėjimo nepatikimumą, kai tie patys objektai jau yra nutolę ir nieko apibrėžto juslės jau nebesako apie tai, kuris jų yra didesnis. Tiesioginis patyrimas moko dar daugiau: net ir aiškiais sąlygomis negalima nustatyti po ranka esančių daiktų dydžio ar padėties, jeigu reikalingas didesnis tikslumas. Kitaip tariant, pastebime, kad negalime pastebėti kai kurių svarbių dalykų. Tuo motyvuojamas juslėms padedančių instrumentų įvedimas, pradėtas gilioje senovėje: visais laikais praktikai (amatininkai, inžinieriai ir kt.) ir rėmėsi įprastu stebėjimu, ir suvokė stebėjimų ribas bei siekdami reikiamo tikslumo naudojo bent elementarius prietaisus (pvz., liniuotę ar instrumentus, padedančius surasti horizontalią ar vertikalią padėtį ir kt.). Be plikas jusles paremiančių prietaisų, nebūtų įmanomi ir tikslesni duomenys, kuriais rėmėsi viena kitai prieštaraujančių astronominių teorijų kūrėjai. Chalmerso analizės trūkumas – tai neįvertintas platesnis Galilėjaus istorijos kontekstas, susijęs su įprastais stebėjimais: tiek iš praeities paveldėtos mokslo ir praktikos tradicijos, tiek to meto mokslinė aplinka, kuri buvo daug platesnė negu ginčai su tradiciniais aristotelininkais. Tik įvertinus šiuos dalykus galima tikėtis suprasti tuometinius mokslo standartus.

Kitas svarbus aspektas – tai Galilėjaus oponentų supratimas apie galimas įprastinių stebėjimų klaidas. Kalbėdamas apie aristotelinį pasiklovimą juslėmis, Chalmersas primena, kad buvo kalbama ir apie „nenormalias sąlygas“ (pvz., kliudanti migla, girtumas ar liga), kurioms esant juslės gali suklaidinti, bet tai nesąs „sistemingas“ klaidinimas¹⁶. Bet čia sistemingumo klausimas nėra esminis ta prasme, kad stebėtojai turi būti atidūs nenormalių sąlygų galimybei ir įvertinti juslinių duomenų patikimumą. Tuo būdu pasiklovimas juslėmis nėra aklas, o tai savo ruožtu veda prie įvairių korekcijų galimybių, kai yra pagrindo manyti esant „nenormalias sąlygas“.

Įdomu tai, kad Chalmersas tiesiogiai pripažįsta, jog Galilėjui pavyko įtikinti to meto mokslinę bendruomenę todėl, kad besiginčijančias puses siejo bendras pagrindas: tai ir nuo seno renkami astronominiai duomenys apie dangaus kūnų padėtį, ir elementarūs stebėjimai (*low-level observations*), kaip atrodo šviesos šaltiniai įvairiomis sąlygomis.¹⁷ Tačiau tai nedera su bendra išvada, kad Galilėjaus atvejis – tai mokslo standartų pasikeitimas, grindžiantis Chalmerso mokslinio metodo sampratą, atmetančią bet kokių metodologinių principų universalumą. Čia būtinas tikslumas. Aukščiau pateiktoje Chalmerso citatoje apie Galilėjaus pasiekimus kalbama apie „pakeistus bei išstumtus kai kuriuos plikos akies duomenis“¹⁸. Pastarajai formulotei ir universalus metodo gynėjai nebūtinai turėtų prieštarauti. Išstumti buvo ne visi plikos akies duomenys ir ne didelė jų dalis, bet prieštaravimais sukompromituoti duomenys, kurių ne-

patikimumas buvo visų pirma grindžiamas elementarių stebėjimų medžiaga. Kaip minėjome aukščiau, nuo seno ir nemokslininkams buvo aišku, kad plikų juslių patikimumas įvairuoja (jau nekalbant apie „nenormalias sąlygas“) ir lengviau prieinamais dalykais galima tikrinti sunkiau prieinamus. Toliau kalbama apie bendrą mokslo tendenciją, prie kurios Galilėjus svariai prisidėjo tuo „pažeisdamas ir pakeisdamas“ esamus mokslo standartus: „link plikos akies duomenų pakeitimo instrumentų pagalba gautais duomenimis“¹⁹; arba „teleskopinių duomenų pranašumo tam tikromis aplinkybėmis plikų juslių duomenų atžvilgiu“ įtvirtinimas.²⁰ Neabejotina, kad instrumentų panaudojimas renkant duomenis tapo neatsiejama vėlesnio mokslo praktika. Bet tai ne plikų juslių pašalinimas, o kumuliatyvus papildymas tam tikromis aplinkybėmis, kai plikos juslės neteikia norimo tikslumo ar iš viso neteikia jokių duomenų. Be to, būtina prisiminti ir tai, ką tvirtinome kalbėdami apie Iano Hackingo požiūrį: joks eksperimentas, joks instrumentų panaudojimas nėra įmanomas be pasiklovimo įprastais stebėjimais.

Tokiu atveju kalbėti apie esminį mokslo standartų pasikeitimą Galilėjaus istorijoje nėra jokio pagrindo: Chalmerso pabrėžiamas pažangus metodologinis žingsnis įvyko, bet tai atsitiko esmingai remiantis kritiniu pasiklovimu juslėmis. Tad Chalmerso pastangas reikia laikyti nepavykusiomis: bent jau nurodytas Galilėjaus atvejis neteikia jam argumentų prieš universalus mokslinio metodo sampratą.²¹

Literatūra ir nuorodos

- ¹ Šiame straipsnyje žengiamas tik nedidelis žingsnis atkreipiant dėmesį į trivialisius dalykus apie empirinius pažinimo pagrindus, kurie spekuliatyviame įkarštyje lengvai pamirštami. O plačiau žvelgiant, stebėjimo statuso didesnio ar mažesnio nuvertinimo apstu filosofijoje ir jai artimose ideologinėse srityse: tai ir stebėjimų neutralumo neigimas, jų visiškos priklausomybės nuo teorinio darbo idėja, jau nekalbant apie spekuliatyvius radikalus, leidžiančius sau paskelbti reikšmingus stebėjimus esant *Gestalt* pobūdžio. Tai kartais pasiekia netgi elementarius gamtotyros vadovėlius, pvz.: mokyklinio fizikos vadovėlio pratimuose pateikiamas N. R. Hansono išpopuliarintas antilopės / paukščio *Gestalt*-paveikslėlis ir klausama, ar pagrįsta teigti, kad tirdamas kūno kritimą Galilėjus matęs antilopę paukščių paveiksle (žr. Irwin Genzer, Philip Youngner. *Physics*. – Morristown: Silver Burdett, 1973, p. 13; Norwood Russell Hanson. *Patterns of Discovery*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1961, p. 13). Filosofinių madų nepaveiktam moksleiviui tikrai nesunku būtų pateikti tiesmukišką atsakymą į šitą klausimą, nors jis teisėtai galėtų suabejoti pradiniu klausimo protingumu.
- ² Ian Hacking. Experimentation and Scientific Realism. // M. Curd, J. A. Cover (eds.) *Philosophy of Science: The Central Issues*. – New York: W. W. Norton & Company, p. 1167.
- ³ Ian Hacking. *Representing and Intervening*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1995, p. 167–185, p. 210–219.
- ⁴ Ten pat, p. 167.
- ⁵ Ten pat, p. 167–168.
- ⁶ Kaip pagrindiniu šaltiniu remsimės knyga *Kas yra mokslas?* Žr.: Alan Chalmers. *Kas yra mokslas?* – Vilnius: Apostrofa, 2005 (vertimas iš trečiojo originalo leidimo: Alan Chalmers. *What Is This Thing Called Science?* 3rd ed. – Indianapolis–Cambridge: Hackett, 1999). Iš mums svarbių dalykų panašiai argumentuojama ir kituose tekstuose: Alan Chalmers. Galileo's Telescopic Observations of Venus and Mars. // *The British Journal for the Philosophy of Science* 36, 1985, p. 175–184; Alan Chalmers. *Science and its Fabrication*. – Minneapolis: University of Minnesota Press, 1990.
- ⁷ Alan Chalmers. *Kas yra mokslas?...*, p. 40.
- ⁸ Ten pat, p. 38.
- ⁹ John Worrall. The Value of a Fixed Methodology. // *British Journal for the Philosophy of Science* 39, 1988, p. 263–275; Larry Laudan. If It Ain't Broke, Don't Fix It // *British Journal for the Philosophy of Science* 40, 1989, p. 369–375; John Worrall. Fix it and be Damned: A Reply to Laudan // *British Journal for the Philosophy of Science* 40, 1989, p. 376–388.
- ¹⁰ Alan Chalmers. *Kas yra mokslas?...*, p. 185.
- ¹¹ Ten pat, p. 186–191.
- ¹² Ten pat, p. 186.
- ¹³ Ten pat, p. 187.
- ¹⁴ Ten pat, p. 188–190. Šiuo atžvilgiu svarbūs Galilėjaus veikalai yra *Dialogas apie dvi svarbiausias pasaulio sistemas* ir *Žvaigždžių žinynas*. Aišku, visa teleskopo įvedimo istorija yra daug platesnė: žr., pavyzdžiui, istorinius komentarus Galileo Galilei. *Sidereus nuncius, or, The Sidereal messenger*. A. Van Helden (trans., ed.) – Chicago: University Of Chicago Press, 1989; Harold I. Brown. Galileo on the Telescope and the Eye. // *Journal of the History of Ideas*, Vol. 46, 1985, p. 487–501.
- ¹⁵ Žr.: Henry R. Frankel. The Importance of Galileo's Nontelescopic Observations concerning the Size of the Fixed Stars. // *Isis* 69, 1978, p. 77–82.
- ¹⁶ Ten pat, p. 187.
- ¹⁷ Ten pat, p. 191; Alan Chalmers. *What Is This Thing Called Science?* 3rd ed. – Indianapolis–Cambridge: Hackett, 1999, p. 168.
- ¹⁸ Alan Chalmers. *Kas yra mokslas?...*, p. 187.
- ¹⁹ Ten pat, p. 191.
- ²⁰ Alan Chalmers. Galileo's Telescopic Observations of Venus and Mars. // *The British Journal for the Philosophy of Science* 36, 1985, p. 182.
- ²¹ Johnas Worrallas taip pat atmetė Chalmerso išdėstytą Galilėjaus istoriją kaip argumentą prieš universalistinę mokslinio metodo sampratą. Žr.: Review Symposium on Alan Chalmers' *What is This Thing Called Science*. // *Metascience*, Volume 9, Number 2, July 2000, p. 172–179.