

REGĖJIMO SIGNALINIŲ DIRGIKLIŲ SUVOKIMO EFEKTYVUMAS, KINTANT JŲ TANKUMUI

A. PENKAUSKAS

Dabartiniu metu spartus technikos ir automatizacijos vystymasis reikalauja iš žmogaus didelio sumanumo ir sugebėjimų, valdant mašinas ir įvairius gamybinius procesus. Technikos ir automatizacijos vystymasis vis mažiau reikalauja žmogaus fizinės jėgos naudojimo, nes šią funkciją mašinos gali atlikti daug pajėgiau už žmogų. Tačiau žmogus vis tik lieka pagrindine sistemos „žmogus—automatas“ grandimi. Atlikdamas svarbiausias funkcijas darbo procese, tuo pačiu jis yra sudėtingos techninės sistemos dalis. Net visiško gamybos automatizavimo sąlygomis nebus galima apsieiti be žmogaus dalyvavimo valdymo sistemoje. Žmogaus pagrindinė funkcija bus automatų darbo kontrolė. Nors, visiškai automatizavus gamybą, žmogaus įsikišimas į technikos darbą bus labai ribotas ir bus reikalingas tik labai išimtiniais atvejais, tačiau tai jokių būdu nesumažina žmogaus vaidmens ir nenuima atsakomybės, valdant techniką, priešingai, padidina tą atsakomybę.

Tokiose aplinkybėse žmogaus veikla turi būti tiksli, operatyvi ir patikima. Iš vienos pusės, technika žmogų iškelia į atsakingą postą ir reikalauja, kad būtų gerai išlavintas mąstymas ir jutiminis pažinimas, iš kitos pusės, mašinų darbo grandys, kurios reikalingos žmogaus kontrolės, neturi viršyti žmogaus fiziologinių bei psichinių funkcijų galimybių, žmogus turi suspėti laiku kontroliuoti mašinų darbą.

Mintį, kad reikia atsižvelgti į žmogaus funkcines galimybes darbo eigoje, iškėlė žymus rusų mokslininkas V. Bechterevas. Jis rašė: „Savaime suprantama, kad žmogus darbo metu pratybų keliu prisitaiko prie mašinos judėjimo ritmo. Tačiau būtų racionaliau pasiekti tokį mašinos techninį tobulumą, kuriam esant ji galėtų būti pritaikyta, kur yra galimybės, prie žmogaus judesių vidutinio tempo, nes tai mažiau vargintų žmogų“¹.

Audringai vystantis technikai, dažnai galima sutikti technikos fetišavimo reiškinių, nes technikos pažanga susijusi su nenutrūkstamu technologinių procesų tempo augimu. Dažnai neatsižvelgiama į žmogaus funkcijų galimybes, kur žmogus, net esant ir visiškai automatizacijai, nelieka už proceso parametru kontrolės ribų, nors tai būtų reikalinga tik išimtiniais atvejais. Praktikoje inžinerinis personalas kartais neatsižvelgia į šias aplinkybes ir konstruoja mašinas ir informacinius skydus, remdamasis

¹ В. М. Бехтерев, Рациональное использование человеческой энергии в труде. Труды I Всероссийской инициативной конференции НОТ, М., 1921, р. 31.

intuicija, neatsižvelgdamas į eksperimentinius tyrimus ir nekreipdamas dėmesio į psichofiziologinius faktorius.

Psichofiziologiniai dėsniumai ir faktoriai turi tam tikrą poveikį žmogaus darbo efektyvumui, žmogaus informacijos priėmimui, išlaikymui, perdirimui ir perdavimo efektyvumui. Žmogaus vaidmuo technikos valdyme daugiausia yra susijęs su regėjimo analizatoriaus veikla. Operatoriaus darbas iš esmės yra apibūdinamas optinio suvokimo ypatybėmis. Tokiu būdu operatoriaus darbo tyrinėjimas sensoriniame plane yra susijęs su suvokimo tyrimu. Suvokimo efektyvumas priklauso nuo signalų skaičiaus, jų greičio, informacijos turinio, kurį apsprendžia informacijos šaltinis, regėjimo lauko ir kampo, dirgiklių tankumo ir pan.

Ankstesniųjų tyrimų apžvalga. Optinis suvokimas yra tiriamas jau seniai. Bet technikos vystymasis reikalauja vis naujų darbų. Įvairių faktorių poveikis regėjimo analizatoriui, analizatoriaus veikla ir ypatybės daro šią problemą ypač sudėtingą. Skalių ir ciferblatų bei kitų prietaisų skaitomas ir apiforminimas yra viena iš regėjimo analizatoriaus veiklos problemų, kurią išskyrė R. J. Veldonas, G. M. Petersonas, R. B. Sleitas, V. F. Greteris².

Operatoriaus darbe nemažą reikšmę turi objekto suradimas regėjimo lauke (C. V. Erikseno tyrimai), prietaisų ir elementų išdėstymas, jų fiksavimo nuoseklumas (Z. Geratevolis³, P. M. Fitsas) ir įvairių kiekybinių bei erdvinį parametrų, kurie yra svarbūs techninės veiklos komponentai, atvaizdavimas.

Operatoriaus darbe įvairiose gamybinėse situacijose veikia kompleksiniai ir labai gausūs faktoriai, kurie turi nevienodos reikšmės operatoriaus darbo efektyvumui.

Vienas iš faktorių, turinčių tam tikrą įtaką optiniam suvokimui ir galintis atspindėti operatoriaus darbo efektyvumo tam tikrą aspektą, yra dirgiklių tankumas.

Tankumo suvokimo problema šiek tiek buvo nagrinėta užsienio šalių tyrinėtojų, kurie siekė nustatyti optinio atvaizdo suvokimo efektyvumą priklausomai nuo stimulų pasiskirstymo tankumo.

J. L. Kofėjus savo eksperimentiniuose tyrinėjimuose nutarė nustatyti skaičių ir raidžių optinio atvaizdo santykinį efektyvumą, esant horizontaliam ir vertikaliam jų išdėstymui, kur buvo keičiamas atvaizdo išdėstymo būdas (vertikaliam ir horizontaliam), stimulų pasiskirstymo tankumas, vaizduojamos informacijos sudėtis ir uždaviniai, kuriuos turi spręsti operatorius⁴.

Tyrimo rezultatai parodė, kad visais atvejais skaičių ir raidžių vertikalios ir horizontalios išdėstymo lyginamoji įtaka operatoriaus darbo efektyvumui yra labai maža ir yra rekomenduojami abu vaizdavimo būdai.

V. D. Hitas⁵ tyrė operatoriaus darbo efektyvumo įtaką penkiems abstraktaus kodavimo būdams: skaičiams, raidėms, geometrinėms figūroms, spalvoms ir įvairioms konfigūracijoms.

Skydo plote (20×30 colių), kuris buvo padalytas į 40 kvadratėlių, buvo demonstruojamos anksčiau minėtos figūros ir požymiai. Tiriamieji turėjo atsakyti į demonstruojamo kodo klausimus. Be to, buvo keičiama ženklų pasiskirstymo tankumas (po vieną figūrą kvadratėlyje, t. y. 40 figū-

² Л. Н. Горбунова, Работы американских психологов по изучению контрольных приборов и шкал, «Вопросы психологии», 1960, № 3, p. 185—193.

³ З. Гератевольт, Психология человека в самолете, М., 1956.

⁴ J. L. Coffey, A comparison of vertical and horizontal arrangement of alpha — Numeric material, „Human factors“, t. 3, Nr. 2, p. 93.

⁵ W. D. Hitt, An evaluation of five different abstract coding methods, „Human factors“, t. 3, Nr. 2, 1961, p. 120—131.

ry po 2 figūras — 80 ir po 3 figūras — 120 figūrų) ir tuo pačiu metu naudojamų kodų skaičius bei uždaviniai. Tyrimais buvo nustatyta, kad spalvų ir skaičių kodas pasižymi geriausiu efektyvumu.

Priklausomai nuo išsidėstymo tankumo rezultatai buvo tokie:

Simbolių skaičius	Teisingų atsakymų per minutę vidurkis
40	11,36
80	8,45
120	7,60

Rezultatai rodo, kad tankumas turi įtakos operatoriaus darbo efektyvumui abstraktaus kodavimo sąlygomis. Didėjant tankumui, rezultatai blogėja ir, mažėjant tankumui,— gerėja.

Prietaisų apiforminimas ir jų išdėstymas regėjimo lauke yra susijęs su tankumo problema. Šį klausimą iš dalies yra sprendęs amerikiečių psichologas J. E. Miurėjus⁶. Jo tyrimai turėjo tiesioginį ryšį su dirgiklių tankumo suvokimu. Jis nagrinėjo specialaus kontrolinio prietaiso — stereoskopinio indikatoriaus — apipavidalinimą. Miurėjaus tikslas — ištirti gilumo suvokimo priklausomybę stereoskopiniame indikatoriuje nuo dirgiklių kiekybės, gilumo diapazono ir skalės žymėjimų kiekybės. Vienas jo uždavinių buvo nustatyti dirgiklių tankumo ir gilumo diapazono įtaką uždavinio atlikimui, suvokiant gilumą.

Dirgiklių tankumą apspėsdavo taškai, demonstruojami tuo pačiu metu imituotame ekrane. Gilumo diapazonas buvo išreikštas nuotoliu coliais nuo eksponuojamo taško iki pačio tolimiausio taško erdvėje.

Su stereokameros pagalba buvo pagaminti fotografiniai diapozityvai, vaizduojantys realius taškus erdvėje. Taškų skaičius kiekviename diapozityve buvo po 10, 20, 30 arba 40, gilumo diapazonas — 5, 10 arba 15 colių. Kiekvienas taškas buvo paskirstytas erdvėje viename iš 50 galimų gilumo laipsnių.

Tiriamajam reikėjo nustatyti 10 taškų, esančių erdvėje arčiausia, santykinę vietą. Vertinimo kriterijus buvo laikas, reikalingas 10 taškų gilumo išskyrimui, ir padarytos klaidos.

Tyrimo rezultatai parodė, kad, didinant gilumo diapazoną, klaidų skaičius, skiriant gilumą, mažėja, didinant eksponuojamų taškų skaičių,— didėja. Uždavinio atlikimo laiko ir klaidų duomenys įvairiais eksperimento atvejais iš dalies rodo tuos pačius dėsningumus.

Antrame tyrimų etape tiriamajam reikėjo nustatyti vieno taško gilumo padėtį per tam tikrą laiką. Abiejuose tyrimo etapuose uždavinio atlikimo tikslumas, suvokiant gilumą, žymiai pagerėdavo, kada gilumo diapazonas didėjo. Šį reiškinį galima paaiškinti tuo, kad, gilumo diapazonui mažėjant, gilumo gretimi laipsniai priartėdavo vienas prie kito ir, esant mažiausiam gilumo diapazonui (5 colių), nuotolis tarp jų būdavo lygus 0,1 colio. Tokiu būdu pasunkėdavo gilumo laipsnių išskyrimas, ir klaidų padidėdavo.

Antrame etape, kada kiekvieną tašką reikėjo išskirti atskirai, tiriamųjų atsakymai būdavo beveik automatiški ir, keičiant gilumo diapazoną, nebuvo skirtumų laiko atžvilgiu.

Vis dėlto užsienio šalių autorių tyrimams būdingas siauras praktinis pritaikymas arba tik empirinės medžiagos sukaupimas, nekeliant psicho-

⁶ J. E. Murray, Depth perception in a stereoscopic display as a function of number of stimuli, depth range and number of scale markers, „Journal of applied psychology“, t. 41, Nr. 6, 1957.

loginių ir fiziologinių klausimų. Be to, jie labai dažnai remiasi diskutuotiniais teoriniais teiginiais. Todėl į juos reikia žiūrėti kritiškai.

Apskritai, psichologinėje literatūroje tankumo suvokimo klausimai yra mažai nagrinėti. Pateiktieji J. E. Miurėjaus, V. D. Hito ir J. L. Kofėjaus tyrimai tankumo suvokimo klausimais atlikti visai kitu aspektu ir sąlygomis.

Problema. Ryšium su tuo, kad, esant distanciniam valdymui, informacijos priėmimas yra grindžiamas dirgiklių suvokimu informacijos skyde, savo tyrimams pasirinkome vieną optinio suvokimo aspektą, būtent, dirgiklių tankumo įtaką suvokimui. Tokie reiškiniai gali būti, ir esant visiškai automatizuotai gamybai, kur operatorius, įvykus avarinei situacijai, turi greitai ir tiksliai suvokti signalus informacijos skyde ir priimti atitinkamą sprendimą.

Vystantis technikai, vis dažniau tarpinės grandys įsijungia tarp žmogaus darbo organų ir galutinio darbo objekto. Valdymo kontūras pasidaro didesnis, negu gali apimti žmogaus organizmas. Tarp žmogaus darbo organų ir darbo objekto nutrūksta tiesioginis kontaktas. Tokiu būdu pertraukiamas ir refleksio žiedas (dabar jis nesusisieja su darbo objektu), kuris pavirsta refleksio lanku ir tampa valdymo bendro kontūro dalimi ar grandimi. Refleksio lankas užsidaro tik galutiniame darbo objekte. Todėl darbo veiksmų programavimo mechanizmų ir jų valdymo būdų specifikos reikia ieškoti informaciniuose signaluose ir jų struktūros ypatybėse⁷.

Suvokimo problema tebėra svarbi ir reikalauja tolesnių tyrimų, nes informacinė signalizacija vis tik vienu ar kitu būdu cirkuliuoja refleksinio žiedo ribose, o psichiniai procesai atlieka veiksmų reguliavimo funkciją.

Savo tyrimuose apsiribosime ir stengsimės liesti tik vieną žmogaus veiklos pusę, t. y. informacijos priėmimą (sensorinį jėjimą) ir jos atsispindėjimą žmogaus sąmonėje.

Šių klausimų tyrimas gali turėti praktinės reikšmės, sudarant mnemoschemas, įvairius informacijos skydus.

Teoriškai šie klausimai, kaip nurodo K. Leontjevas, A. Lerneris ir D. Ošaninas, susiję su problema, koku būdu žmogaus smegenyse atsispindi reiškiniai, kuriais remdamasis žmogus gali juos valdyti, norėdamas greičiau pasiekti savo tikslą, aktyviai vienu ar kitu būdu veikti⁸.

Efektyvumo sąvokos turinį apsprendžia signalinių dirgiklių tankumo laipsnio ir ypatybių poveikis į operatoriaus suvokimą.

Paprastai efektyvumas suprantamas kaip sistemos rezultatyvumas. Vadinas, tyrimuose suvokimo efektyvumas priklausys nuo regėjimo dirgiklių tankumo laipsnio ir kitų faktorių, susijusių su tankumo suvokimu. Šiomis ypatybėmis pagrįstas ir operatoriaus darbo patikimumas.

Psichologiniu požiūriu gaunamos informacijos suvokimo efektyvumas pasireiškia reakcijos procese⁹. Priklausančios nuo dirgiklių tankumo gaunamos informacijos požymiai yra neefektyvūs, jeigu jie nesąlygojami greitos ir tikslios reakcijos.

Reakcija šiuo atveju bus signalų, priklausomai nuo jų tankumo, suvokimas. Kad žmogus galėtų suvokti signalus, jis turi juos visus pamatyti, ir tai turi atsispindėti jo smegenyse. Vadinas, subjektyvus reiškinių atspindin-

⁷ Л. М. Веккер, К сравнительному анализу предметных действий и операций управления, «Вопросы психологии», № 2, 1963, p. 17—29.

⁸ К. Л. Леонтьев, А. Я. Лернер, Д. А. Ошанин, О некоторых задачах исследования системы «человек-автомат», «Вопросы психологии», 1961, № 1, p. 13—22.

⁹ Б. Н. Северный, Основные условия эффективности городской сигнализации, Научно-исследовательский институт городского движения и водительских кадров при президиуме Моссовета РК и КД, Сборник трудов, вып. II, М.—Л., 1935.

dys pojūčių, suvokimų ir mąstymo forma suteikia žmogui informaciją, su kurios pagalba jis valdo reiškinį, t. y. aktyviai juos veikia, o tai priartina žmogų prie tikslo.

Suvokimo efektyvumas priklauso nuo to, kaip greitai ir tiksliai žmogus reaguoja į juntamą ar suvokiamą reiškinį. Tai apsprendžia signalinių dirgiklių kiekis, įrengimų apiforminimas ir jų veiklos pobūdis, suvokimo būdas bei kiti veiksniai (jutimo organų nervinio aparato psichofiziologinės ypatybės, nes informacijos priėmimo ir perdirbimo per laiko vienetą galimybės yra ribotos).

Tankumą išreiškiame tam tikru dirgiklių skaičiumi ploto vienetu. Tankumo vienetu laikysime vieną dirgiklį į ploto vienetą. Atsižvelgus į tankumo dinamiką, tankumas gali būti išreikštas dviem būdais. Pirmuoju atveju tankumo kitimas pasireišk, kai pastoviam lauko plote didės arba mažės dirgiklių kiekis; antruoju atveju — pastovus dirgiklių kiekis keisis įvairiuose regėjimo laukuose.

Metodika. Tyrimams buvo padarytas specialus eksperimentinis įrenginys, kurį sudarė: informacinio skydo maketas, aparatas TChR-56, sekundometras, laringofonas, telegrafo raktas ir transformatorius.

Informacinio skydo maketas iš priekio buvo pridengtas peršviečiama medžiaga, per kurią matėsi degančios lempuotės — šviesos — signaliniai dirgikliai.

Eksperimentuotojui nuspaudus telegrafo raktą, įsijungdavo visa aparatūra, kuri iš karto įjungdavo sekundometrą ir uždegdavo šviesos signalus informacinio skydo makete. Tiriamajam atlikus užduotį ir ištarus žodį, su laringofono pagalba buvo išjungiamą visa aparatūra, tuo pačiu ir sekundometras bei šviesos signalai. Tokiu būdu buvo galima gauti tikslų suvokimo laiką.

Dabar aprašysime eksperimentų atlikimo tvarką.

Vienas regėjimo lauko variantas buvo 40×40 cm ploto. Jį žymėjome raide A. Šis regėjimo lauko plotas buvo sąlygiškai padalytas į 4 ploto vienetus (20×20 cm ploto). Kiekviename sąlyginio vieneto plote buvo po 1, 2 arba 3 šviesos signalus. Tokiu būdu šiame regėjimo lauke mes galėjome gauti tris dirgiklių tankumo laipsnius (I tankumo laipsnis — 4 signalai, II tankumo laipsnis — 8 signalai ir III tankumo laipsnis — 12 signalų).

Tankumo dinamiškumas, t. y. dirgiklių kiekybės kitimas pastoviam regėjimo lauko plote, žymimas raide K. Šiuo atveju pastovus ploto vienetą buvo sąlyginis, nes, esant dviem arba trimis šviesos signalams, ploto vienetą kito. Be šio regėjimo lauko varianto, dar buvo antras regėjimo laukas, žymimas raide B (80×80 cm ploto), kuris taip pat buvo padalytas į 4 sąlyginius vienetus (40×40 cm ploto), ir trečias regėjimo laukas, žymimas raide C (120×120 cm ploto), su 4 sąlyginiais ploto vienetais (60×60 cm ploto).

Visuose šiuose trijuose regėjimo laukuose buvo varijuojama po tris šviesos signalų kompleksus ir tokiu būdu kiekviename regėjimo lauke galėjome gauti tris tankumo laipsnius.

Antrojo atvejo tankumo dinamiškumas, t. y. regėjimo lauko kitimas, esant pastoviam dirgiklių skaičiui, žymimas raide R. Pastaruoju atveju buvo paimtas pastovus dirgiklių skaičius ir keičiami regėjimo laukai, esant tiems patiems sąlyginiais ploto vienetais.

Tam tikslui buvo panaudoti tie patys dirgiklių kompleksai ir keičiami tokių pat matavimų laukai (A, B, C), kaip ir pirmuoju tankumo atveju. Tuo būdu gaudavome tris antro atvejo tankumo laipsnius. Keturiems šviesos stimulams A regėjimo lauke (I_1 tankumo laipsnį), B regėjimo lauke (II_1 tankumo laipsnį) ir C regėjimo lauke (III_1 tankumo laipsnį), 8 ir

12 dirgiklių taip pat buvo varijuojami tie patys laukai ir duodavo taip pat po tris tankumo laipsnius.

Tokiu būdu abiejų tankumo atvejų duomenys kryžiuosi (žr. schemą 45 p.).

Taip organizavus eksperimentus, pirmasis mūsų uždavinys buvo nustatyti regėjimo dirgiklių suvokimo skirtumą priklausomai nuo jų išsidėstymo tankumo, kai viename regėjimo lauke didėja dirgiklių kiekis ir tuo pačiu didėja jų tankumo laipsnis. Antrasis uždavinys — nustatyti tankumo suvokimo skirtumus, kai, esant pastoviam dirgiklių skaičiui, didėja regėjimo laukas ir tuo pačiu mažėja tankumo laipsnis. Tokiu būdu galima rasti optimalų tankumo vienetą ir nustatyti regėjimo signalinių dirgiklių tankumo suvokimo efektyvumą mūsų eksperimento sąlygomis.

Tyrimuose stengėmės išvengti dirgiklių grupavimo ir išdėstymo atpažinimo. Dirgikliai buvo išdėstomi padrikai, po tam tikrą skaičių kiekviename regėjimo lauko ploto sąlyginiame vienete. Kad negalima būtų atpažinti dirgiklių išdėstymo, jis buvo keičiamas kiekviename regėjimo lauke, tačiau buvo adekvatus dirgiklių skaičiui regėjimo lauko ploto vienete, bet neadekvatus išdėstymo konfiguracijai. Be to, buvo eksponuojami tarpiniai kontroliniai šviesos signalų kompleksai, kurie turėjo patikrinti tiriamąjį. Tai skatino jį sąmoningai suvokti dirgiklius, atsakyti spėjimų. Kontrolinių šviesos signalų kompleksų suvokimo rezultatai buvo tik registruojami.

Tiriamasis buvo sodinamas prieš informacinio skydo maketą taip, kad jo akys būtų tiesiai ties regėjimo lauko centru. Jis laisvai galėjo sukinti galvą į visas puses. Instrukcija reikalavo, kad tiriamasis pasakytų tikslų šviesos signalų skaičių per patį trumpiausią laiką.

Tiriamaisiais buvo Psichologijos katedros bendradarbiai, dailės ir pedagoginio institutų studentai nuo 20 iki 37 metų amžiaus. Su kiekvienu tiriamuoju per dieną buvo atliekamas tik vienas tyrimas — kaip jis suvokia šviesos dirgiklius viename regėjimo lauke.

Vertinimo kriterijumi buvo reakcijos vidutinis aritmetinis vidurkis, kurį apskaičiuodavome iš 12 reakcijų¹⁰. Be aritmetinio vidurkio matavimų, tikslumui patikrinti buvo apskaičiuojami vidutinis linijinis nukrypimas¹¹, vidutinis kvadratinis nukrypimas¹², dispersija¹³ ir variacijos koeficientas¹⁴. Tyrimai buvo atliekami iš 6 nuotolių nuo maketo. Tankumo suvokimą apskaičiuojome tik iš vieno nuotolio — 3 metrų (kaip kinta suvokimas, kintant nuotoliui, nagrinėjama atskirai¹⁵).

Norint išaiškinti suvokimo būdus, tiriamieji buvo prašomi papasakoti, kaip jie skaičiuoja dirgiklius, kuriame regėjimo lauke lengviausia juos suvokti, be to, buvo protokoluojami visi tiriamųjų subjektyvūs pasisakymai.

¹⁰ Vidutinis aritmetinis vidurkis buvo apskaičiuojamas pagal formulę: $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$, kur \bar{x} — vidutinis aritmetinis vidurkis, x — reikšmės, n — reikšmių skaičius, Σ — suma.

¹¹ Vidutinis linijinis nukrypimas buvo apskaičiuojamas pagal formulę $\bar{d} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})}{n}$, kur \bar{d} — vidutinis linijinis nukrypimas, x — atskiros reikšmės, \bar{x} — vidutinis aritmetinis vidurkis, n — reikšmių skaičius, Σ — suma.

¹² Vidutinio kvadratinio nukrypimo formulė: $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n}}$.

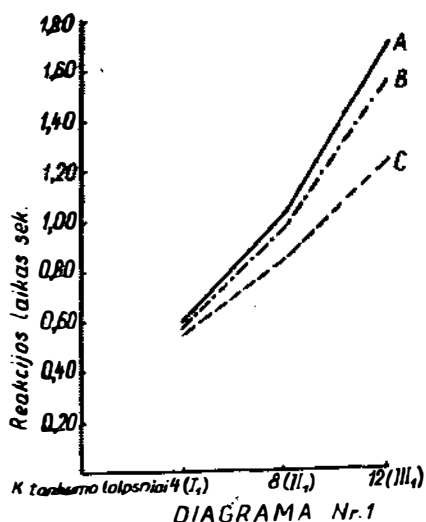
¹³ Dispersijos: $\sigma^2 = \frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n}$.

¹⁴ Variacijos koeficiento formulė: $V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$.

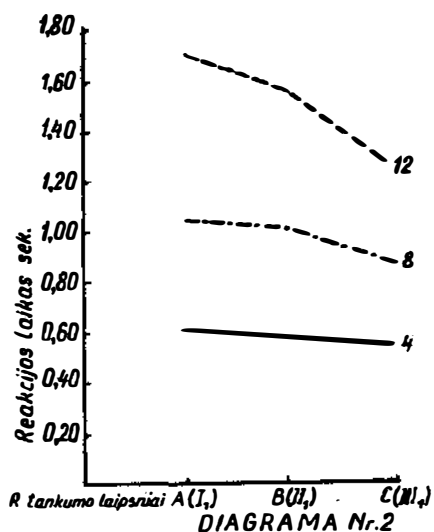
¹⁵ A. Penkauskas, Skirtingo tankumo signalinių dirgiklių suvokimo efektyvumas iš įvairaus atstumo (žr. šio leidinio 49—62 p.).

Tyrimų rezultatai. Stebėdami lentelėse Nr. 1 ir Nr. 2 vidutinį linijinį nukrypimą (d), vidutinį kvadratinį nukrypimą (σ), dispersiją (σ^2) ir variacijos koeficientą (V), matome, kad matavimai atlikti pakankamai tiksliai ir aritmetinio vidurkio duomenys gali būti naudojami tyrimo analizei, nes didžiausias vidutinis linijinis nukrypimas yra 0,2, vidutinis kvadratinis nukrypimas — 0,2440, dispersija — 0,0645, variacijos koeficientas — 16,23.

Vaizdingumo dėlei vidutinio aritmetinio vidurkio duomenis pateiksime diagrama (žr. diagramas Nr. 1 ir Nr. 2).



K tankumo suvokimo diagrama.



R tankumo suvokimo diagrama

Kaip rodo diagramos Nr. 1 ir Nr. 2, K tankumo suvokimo laikas, t. y., kada regėjimo lauke didėja dirgiklių skaičius, o tuo pačiu ir tankumo laipsnis, yra beveik proporcingas dirgiklių kiekio didėjimui visuose trijuose regėjimo laukuose (A, B, C). Didėjant dirgiklių kiekiui, laikas yra linijinėje priklausomybėje.

Esant pastoviam dirgiklių kiekiui ir didėjant regėjimo laukui (mažėjant tankumo laipsniui), rezultatai yra kitokio pobūdžio. Keturių ir aštuonių dirgiklių visi tankumo laipsniai suvokiami beveik vienodai, tik šiek tiek trumpesnis suvokimo laikas yra 8 dirgiklių C regėjimo lauke (C/III₁/tankumo laipsnis) ir beveik analogiški duomenys 12 dirgiklių. Reikia manyti, kad, padidinus dirgiklių skaičių ir regėjimo laukus, suvokimo skirtumai būtų žymiai didesni. Mūsų tyrimų atveju jie palyginti nėra dideli, nes A, B ir C regėjimo lauko plotas didėja santykiu 1; 4; 9 (tuo pačiu mažėja R tankumo laipsnis), kai tuo tarpu suvokimo laiko santykis visuose regėjimo laukuose labai nedaug tenukrypsta nuo vieneto, o K tankumo atveju dirgiklių skaičius didėja santykiu 1; 2; 3 ir beveik lygiai tokiu pat santykiu didėja suvokimo laikas.

Ivairių tankumo laipsnių suvokimo efektyvumą išreiškiame suvokimo naudingumo koeficientu.

Duomenų aptarimas. Matematiškai suvokimo procesas gali būti išreikštas laiko funkcija plačiąja šio žodžio prasme $E=f(t)$ ir gali būti apskaičiuojamas pagal formulę $E_t = \frac{1}{t}$, kur E — suvokimo efektyvumas, t — sensoverbalinės reakcijos latentinis periodas.

K tankumo suvokimo eksperimentų suvestinė¹⁶

Regėjimo laukas Matavimai	A regėjimo laukas					B regėjimo laukas					C regėjimo laukas				
	\bar{x}	\bar{d}	σ	σ^2	V %	\bar{x}	\bar{d}	σ	σ^2	V %	\bar{x}	\bar{d}	σ	σ^2	V %
Tankumo laipsnis															
(I laipsnis) 4 dirgikliai	0,59	0,05	0,0585	0,0035	10,02	0,57	0,06	0,0678	0,0049	12,17	0,55	0,05	0,0715	0,0055	13,37
(II laipsnis) 8 dirgikliai	1,03	0,11	0,1470	0,0239	14,38	0,99	0,14	0,1597	0,0302	16,23	0,86	0,11	0,1327	0,0197	15,54
(III laipsnis) 12 dirgiklių	1,70	0,20	0,2440	0,0645	15,49	1,54	0,17	0,2062	0,0499	12,67	1,24	0,15	0,1770	0,0328	14,11

R tankumo suvokimo eksperimentų suvestinė

Dirgiklių skaičius Matavimai	4 dirgikliai					8 dirgikliai					12 dirgiklių				
	\bar{x}	\bar{d}	σ	σ^2	V %	\bar{x}	\bar{d}	σ	σ^2	V %	\bar{x}	\bar{d}	σ	σ^2	V %
Tankumo laipsnis															
A regėjimo laukas (I ₁ tankumo laipsnis)	0,59	0,05	0,0585	0,0035	10,02	1,03	0,11	0,1470	0,0239	14,38	1,70	0,20	0,2440	0,0645	15,49
B regėjimo laukas (II ₁ tankumo laipsnis)	0,57	0,06	0,0678	0,0049	12,17	0,99	0,14	0,1597	0,0302	16,23	1,54	0,17	0,2062	0,0499	12,67
C regėjimo laukas (III ₁ tankumo laipsnis)	0,55	0,05	0,0715	0,0055	13,37	0,86	0,11	0,1327	0,0197	15,54	1,24	0,15	0,1770	0,0328	14,11

¹⁶ Duomenys yra 6 tiriamųjų vidurkiai.

Norint surasti tankumo laipsnių suvokimo efektyvumo skirtumus, reikia rasti tam tikrą suvokimo efektyvumo foną, pagal kurį būtų galima lyginti eksperimento metu atskirų tankumo laipsnių suvokimo efektyvumo kitimus. Tokiu fonu pasirinkome 4 dirgiklių (I tankumo laipsnio) trumpiausią suvokimo laiką (C regėjimo lauke 0,55 s), kurį laikėme suvokimo efektyvumo fono rodikliu ir žymėjome E_n . Tokiu būdu suvokimo efektyvumo fonas apskaičiuojamas pagal formulę $E_n = \frac{1}{t_n}$.

Kitų tankumo laipsnių suvokimo laikas buvo kintamas ir todėl buvo gautas kitas suvokimo efektyvumas. Šis naujo tankumo laipsnio suvokimo efektyvumas buvo apskaičiuotas pagal formulę $E_m = \frac{1}{t_m}$, kur E_m — naujo tankumo laipsnio suvokimo efektyvumas, t_m — šio tankumo laipsnio suvokimo reakcijos laikas.

Kadangi reikėjo nustatyti atskirų laipsnių suvokimo efektyvumą, tai reikėjo lyginti priimtą fonu tankumo laipsnio suvokimą su kito tankumo laipsnio suvokimu. Buvo lyginama pagal formulę: $V_E = \frac{E_m \cdot 100}{E_n} \cdot n$, kur V_E — suvokimo efektyvumo kitimo procentas, E_n — foninio (I tankumo laipsnio) suvokimo efektyvumas, E_m — II ir III tankumo laipsnio suvokimo efektyvumas, n — K tankumo laipsnių didėjimo santykis.

Tokiu būdu pagal šią formulę, paėmus pagrindu I tankumo laipsnį C regėjimo lauke, galima procentais išreikšti visų trijų tankumo laipsnių suvokimo efektyvumą. Pagal šią formulę gautus K tankumo duomenis panaudosime ir R tankumui, nes ir R tankumo atveju panaudoti tie patys dirgiklių skaičiai (4, 8, 12) ir ta pati variacija regėjimo laukų (A, B, C). Vadinasi, ir formulė išreikš abiejų tankumo atvejų suvokimo efektyvumą, lyginant su I tankumo suvokimu C regėjimo lauke.

Suvokimo efektyvumo lentelės atrodo taip:

Lentelė Nr. 3

K tankumo suvokimo efektyvumo lentelė

Tankumo laipsnis \ Regėjimo laukas	A regėjimo laukas	B regėjimo laukas	C regėjimo laukas
I (4 dirgikliai)	92,31	96,16	100
II (8 dirgikliai)	106,60	110,98	127,48
III (12 dirgiklių)	97,26	107,13	133,53

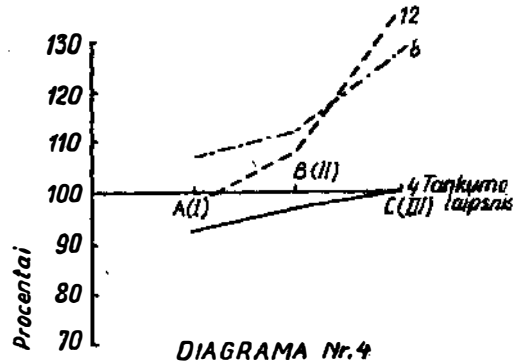
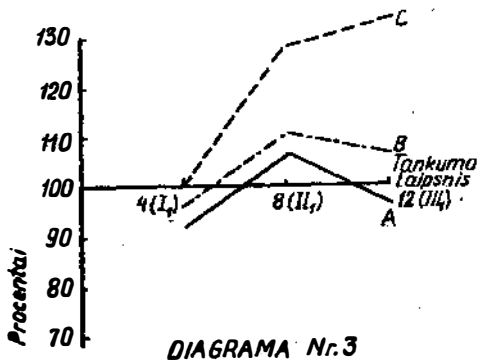
Lentelė Nr. 4

R tankumo suvokimo efektyvumo lentelė

Tankumo laipsnis \ Dirgiklių skaičius	4 dirgikliai	8 dirgikliai	12 dirgiklių
A regėjimo laukas (I ₁ tankumo laipsnis)	92,31	106,60	97,26
B regėjimo laukas (II ₁ tankumo laipsnis)	96,16	110,98	107,13
C regėjimo laukas (III ₁ tankumo laipsnis)	100	127,48	133,53

Diagramose šie duomenys atrodo taip:

Nagrinėdami K tankumo suvokimo efektyvumą, matome, kad, didėjant dirgiklių kiekiui, A regėjimo lauke suvokimo efektyvumas kyla (I tankumo — 92,31%, II tankumo — 106,60%), o III tankumo laipsnio suvokimo efektyvumas krinta, palyginus su II laipsnio tankumo suvokimu (II tankumo laipsnis — 106,60%, III — 97,26%). Visai analogiškas vaizdas ir B regėjimo lauke (I — 96,16%, II — 110,98% ir III — 107,13%). C regėjimo lauke suvokimo efektyvumas, didėjant dirgiklių kiekiui, vis didėja



K tankumo suvokimo efektyvumo diagrama

R tankumo suvokimo efektyvumo diagrama

(100%, 127,48% ir 133,53%). Tačiau suvokimo efektyvumo didėjimas ir mažėjimas A ir B regėjimo laukuose rodo, kad yra optimalus ir kritiškas tankumas. Mūsų tyrimų sąlygomis A ir B regėjimo laukuose optimalus yra II tankumo laipsnis (106,60% ir 110,98%), o nuo III laipsnio prasideda kritiškas laipsnis. C regėjimo lauke optimalus yra III tankumo laipsnis (133,53%), o kritiško laipsnio dar nepasiekė. Tokiu būdu suvokimo efektyvumas priklauso nuo dirgiklių išsidėstymo tankumo.

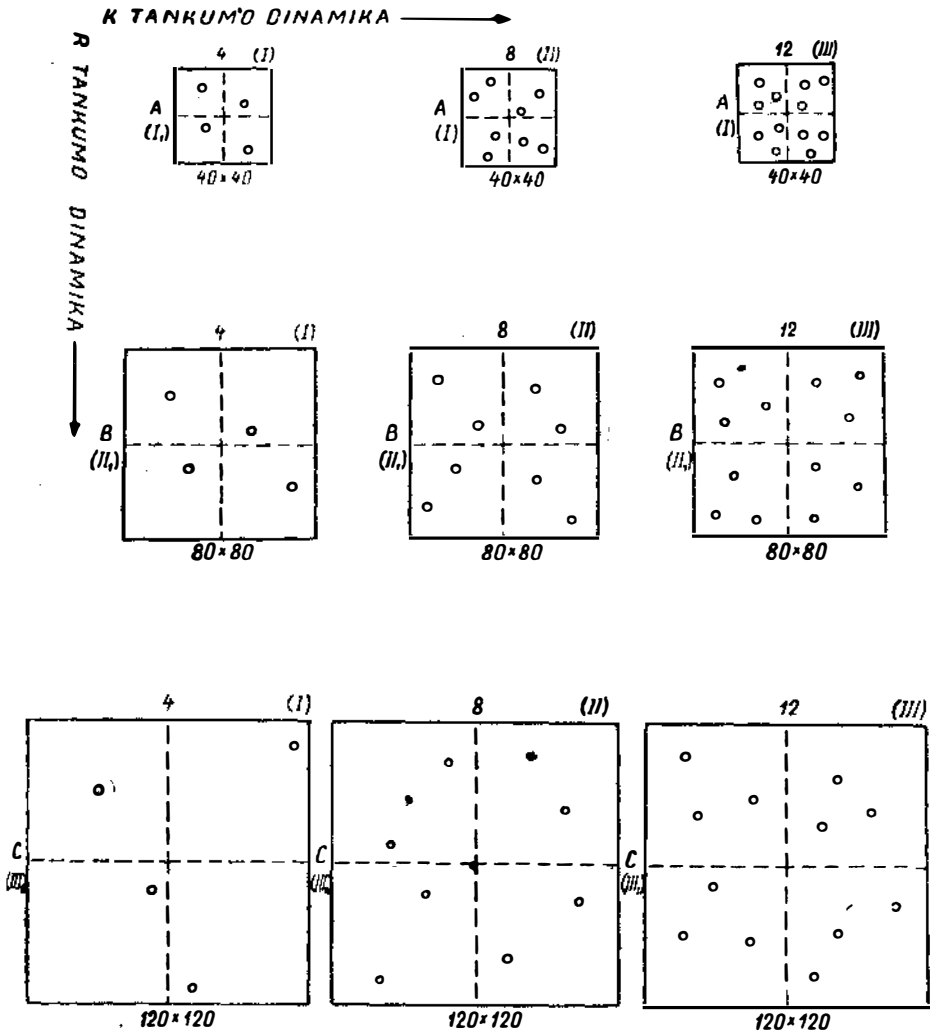
Stebėdami R tankumo suvokimo efektyvumą, matome, kad 4, 8 ir 12 dirgiklių suvokimo efektyvumas kyla, mažėjant tankumo laipsniui (žr. lentelę Nr. 4 ir diagramą Nr. 4).

Lygindami abu tankumo atvejus, matome, kad C regėjimo lauke yra didžiausias suvokimo efektyvumas (žr. lentelę Nr. 3 ir diagramą Nr. 3). 4, 8 ir 12 dirgiklių suvokimo efektyvumas yra geriausias C (III₁) tankumo laipsnio, palyginus su A (I₁) ir B (II₁) tankumo laipsniais (žr. lentelę Nr. 4 ir diagramą Nr. 4), t. y. tuo atveju, kada dirgiklių tankumas regėjimo lauko plote yra mažiausias, nes C regėjimo lauko plotas yra pats didžiausias. Vadinasi, pastebima tendencija, kad, mažėjant tankumo laipsniui, suvokimo efektyvumas gerėja ir, didėjant tankumo laipsniui, suvokimo efektyvumas blogėja. Tačiau minėti optimalus ir kritiškas tankumo atvejai leidžia padaryti išvadą, kad dirgiklių tankumas apsprendžia suvokimo efektyvumą. Todėl galima kalbėti apie suvokimo efektyvumo ribas priklausomai nuo dirgiklių išsidėstymo tankumo.

Suvokimo efektyvumo kitimas nuo dirgiklių išsidėstymo tankumo, mūsų nuomone, gali būti pagrįstas J. Boikos, M. Vlasovos ir N. Ciuprikovos tyrimais apie naujų, laikinų nervinių ryšių dinaminį susijungimą¹⁷. Jie nustatė, kad, artinant kompleksinius dirgiklius erdvėje, sustiprėja induk-

¹⁷ Е. И. Бойко, М. М. Власова, Н. И. Чуприкова, Некоторые результаты и перспективы экспериментальной работы в области высшей нейродинамики, Цограничные проблемы психологии и физиологии, М., 1961, р. 21—40.

cinė sąveika ir latentinis reakcijos laikas ilgėja. Nors jų tyrimai buvo skirti aukštosios neurodinamikos dėsningumams išaiškinti, tačiau šiuo atveju šis aukštosios nervinės veiklos dėsnis, matyt, apsprendžia ir suvokimo efektyvumą. J. Gippenreiter tyrimai parodė, kad regėjimo analizatoriaus



Tankų dinamikos schema

darbe susidaro tam tikri sunkumai ir pasitaiko daugiau klaidų, kai yra didelis objektų tankumas, t. y. kai yra maži kampiniai nuotoliai tarp atskirų elementų¹⁸. Jos nuomone, šis reiškinys aiškintinas tuo, kad, esant dideliame objektų tankume, atsiranda akies aktyvių judesių interferencija („nuosavi akies judėjimo triukšmai“), susidūrus jiems su nevalingais akies mikrojudesiais, kurie trukdo regėjimo analizatoriaus darbą.

¹⁸ Ю. Б. Гиппенрейтер, О некоторых новых параметрах работы зрительной системы человека, Тезисы докладов на II съезде общества психологов, вып. 3, М., 1963, р. 110—112.

Mūsų tyrimų rezultatus gali patvirtinti ir L. Leušinos bei L. Leušinos ir J. Kок tyrimai, kurie parodė, kad formos ir nuotolio diferencijavimui turi didelės reikšmės akies judesiai¹⁹. Čia galima pasiremti ir I. Sečenovo mintimis apie muskulatūros pirmaujantį vaidmenį, suvokiant erdvę²⁰.

Aiškindami regėjimo signalinių dirgiklių suvokimo efektyvumą pagal jų išsidėstymo tankumą ir nagrinėdami tiriamųjų subjektyvius pasisakymus, konstatavome, kad 4 dirgiklius tiriamieji suvokia betarpiškai, vienu akimirksniu, 8 ir 12 dirgiklių skaičiuoja grupuodami, nors eksperimento metu buvo stengtasi pašalinti grupavimo galimybes. Pastebima tendencija, mažėjant tankumo laipsniui, grupuoti didesniais skaičiais po 3—4, o didėjant tankumui, grupuojama mažesniais skaičiais ir, esant didžiausiam tankumui, mūsų eksperimento sąlygomis skaičiuojama vienetais. Tokiu būdu grupavimas palengvina dirgiklių kiekio suvokimą, tačiau, esant dideliame dirgiklių tankumui, komplikuojamos grupavimo galimybės. Šiuo atveju tiriamųjų subjektyvūs pasisakymai patvirtina reakcijos laiko ir suvokimo efektyvumo duomenis.

Išvados. Apibendrinant tyrimų rezultatus, galima padaryti išvadą, kad suvokimo efektyvumas priklauso nuo regėjimo signalinių dirgiklių išsidėstymo tankumo. Pastebima bendra tendencija, kad suvokimo efektyvumas gerėja, mažėjant tankumo laipsniui, ir suvokimo efektyvumas mažėja, didėjant tankumo laipsniui.

Kintant tankumui, išryškėja optimalus ir kritinis tankumas.

Regėjimo signalinių dirgiklių suvokimas, kintant jų tankumui, vyksta betarpiškai, grupuojant ir skaičiuojant. Mažėjant tankumui, paprastai skaičiuojama didesnėmis grupėmis ir, didėjant tankumui,— mažesnėmis, o tas turi neigiamos įtakos suvokimo tikslumo efektyvumui.

Taigi galima rasti optimalų dirgiklių išdėstymo tankumą, kuris gali padėti operatoriui jo sudėtingame darbe, kai reikia greitai suvokti ir įvertinti susidariusią situaciją.

Mūsų eksperimento sąlygomis optimalus regėjimo plotas minėtų skaičių dirgikliais, kai reikia tiksliai suvokti visus vienareikšmius signalus per trumpiausią laiką, yra C regėjimo lauke.

VVU
Pedagogikos ir psichologijos katedra

Įteikta
1963 m. spalio mėn.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОСПРИЯТИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛЬНЫХ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ПЛОТНОСТИ

А. ПЯНКАУСКАС

Резюме

В статье ставится задача проследить эффективность восприятия зрительных сигнальных раздражителей в зависимости от плотности их расположения на панели.

¹⁹ Л. И. Леушина, О роли движений глаз при дифференцировании формы и расстояний на плоскости, Проблемы физиологической оптики, т. XII, М.—Л., 1958, р. 314—320; Л. И. Леушина, Е. П. Кок, Об участии глазодвигательной системы в пространственном зрении, Проблемы восприятия пространства и пространственных представлений, М., 1961, р. 40—46.

²⁰ И. М. Семенов, Избранные философские и психологические произведения, М., 1947, р. 363.

Исследования проводились методом измерения времени реакции. В эксперименте варьировалась плотность на постоянном зрительном поле и плотность в связи с увеличением зрительного поля.

В результате исследования выявилась тенденция снижения эффективности восприятия при увеличении плотности и повышения эффективности при уменьшении плотности. Выявляется оптимальная и критическая плотность.

Восприятие зрительных сигнальных раздражителей в зависимости от их плотности осуществляется непосредственно, способом группирования и сосчитывания.
