

## Elektroninių gamybos valdymo priemonių tyrimas

**A. Žickis, E. Keras**

*Elektronikos inžinerijos katedra, Kauno technologijos universitetas*

*Studentų g. 50, 51368 Kaunas, Lietuva tel. +3707300520, el. p. andrius@vilnius.balt.net*

### Elektroninių įtaisų (EĮ) gamybos raidos tendencijos

Didėjant EĮ nomenklatūrai, konkurencijai rinkoje (reikalavimams įtaisų savybėms, jų gamybos kokybei, savikainai ir kt.), neišvengiamai reikia tobulinti jų gamybos procesus. Norint maksimaliai tenkinti vartotojo poreikius, vis labiau didinama panašios paskirties įtaisų nomenklatūra, stengiantis maksimaliai priderinti šiuos įtaisyms prie kiekvieno vartotojo poreikių. Didelė įmonės gaminių nomenklatūra kelia gamybos automatizavimo ir valdymo problemų. Gamybos baruose sutelkiama vis daugiau valdomų ir valdymo įtaisų. Daugiau nei 50 % EĮ gamybos įmonių naudoja lanksčias automatizuotas gamybos sistemas (LAGS). Kasmet šiose įmonėse 47 % padaugėja robototeknikos įtaisų, 29,5 % – automatizuotų projektavimo sistemų įtaisų, 14,7 % – skaitmeninio valdymo sistemų ir 5,4 % – LAGS. Pavyzdžiui, Japonijoje kiekvienam darbininkui padeda per 300 elektroninių pagalbininkų. JTO Europos ekonominės komisijos ir Tarptautinės robotų gamintojų asociacijos pranešime nurodoma, kad dar prieš 10 metų gamyboje buvo 610000 įvairių robotizuotų sistemų, iš to skaičiaus 386000 – Japonijoje. Dauguma jų įdiegta elektronikos ir automobilių pramonėje. Kasmet Japonijoje jų padaugėja 5 %, JAV – 6 %, Vakarų Europoje – 10 %. Kartu daugėja ir elektroninių valdymo sistemų. Ribotas jų patikimumas, o kartu ir efektyvumas įmonėms padaro [1] šimtus tūkstančių ar net milijonus litų nuostolių.

Gamybos valdymo efektyvumas priklauso ne vien nuo joje naudojamų EĮ darbo, bet ir nuo suderintų visų jos projektavimo, paruošimo, eksploatavimo ypatumų bei šiuose etapuose naudojamų valdymo priemonių (sistemų) efektyvumo. Struktūrinė šių priemonių sąsajos schema [2] pateikta 1 pav.

Kuriant tokias sistemas, susidaro įvairių priemonių ir procesų integravimo problemos. Neintegruotoje gamyboje staklės tiesioginei gamybai naudojamos tik apie 6 % viso pamainos darbo laiko. 8 % šio laiko jos nenaudojamos, nes nepakankamai tarpusavyje suderinti jų technologiniai procesai, 86 % laiko prarandama dėl to, kad jų galimybės nepakankamai panaudojamos (susidaro prastovos, atliekama profilaktika, dirbama ne ištisą parą ir kt.). Produkcija gaminama tik 5 % viso gamybos laikotarpio. Visą kitą laiką ji transportuojama, sandėliuojama, laukia kitos gamybos operacijos ir kt. Tai didina EĮ gamybos

savikainą ir verčia gamintoją nuolat integruoti visas gamybines sistemas, sinchronizuoti jų veikimą, mažinti laiko ir kitų išteklių nuostolius. Didėjant gamybos integracijai, neišvengiamai sudėtingesnės darosi jos valdymo sistemos, o kartu mažėja jų patikimumas.

Būtina efektyviau valdyti ne tik įrengimų, bet ir žmogaus operatoriaus ar (ir) gamintojo veiklą. Nurodama [2], kad šiuo metu žmogus efektyviai dirba tik 40 % – 70 % viso darbo laiko. 30 % – 60 % viso darbo laiko jo veikla nėra tiesiogiai susijusi su gamyba (nėra neišvengiamai būtina).

Todėl pagrindiniai EĮ gamybos bruožai turėtų būti:

- automatizacija;
- sistemiškumas;
- visapusiškas, efektyvus valdomumas;
- integracija;
- adaptyvumas;
- lankstumas;
- kokybė (racionalumas) ir kt.

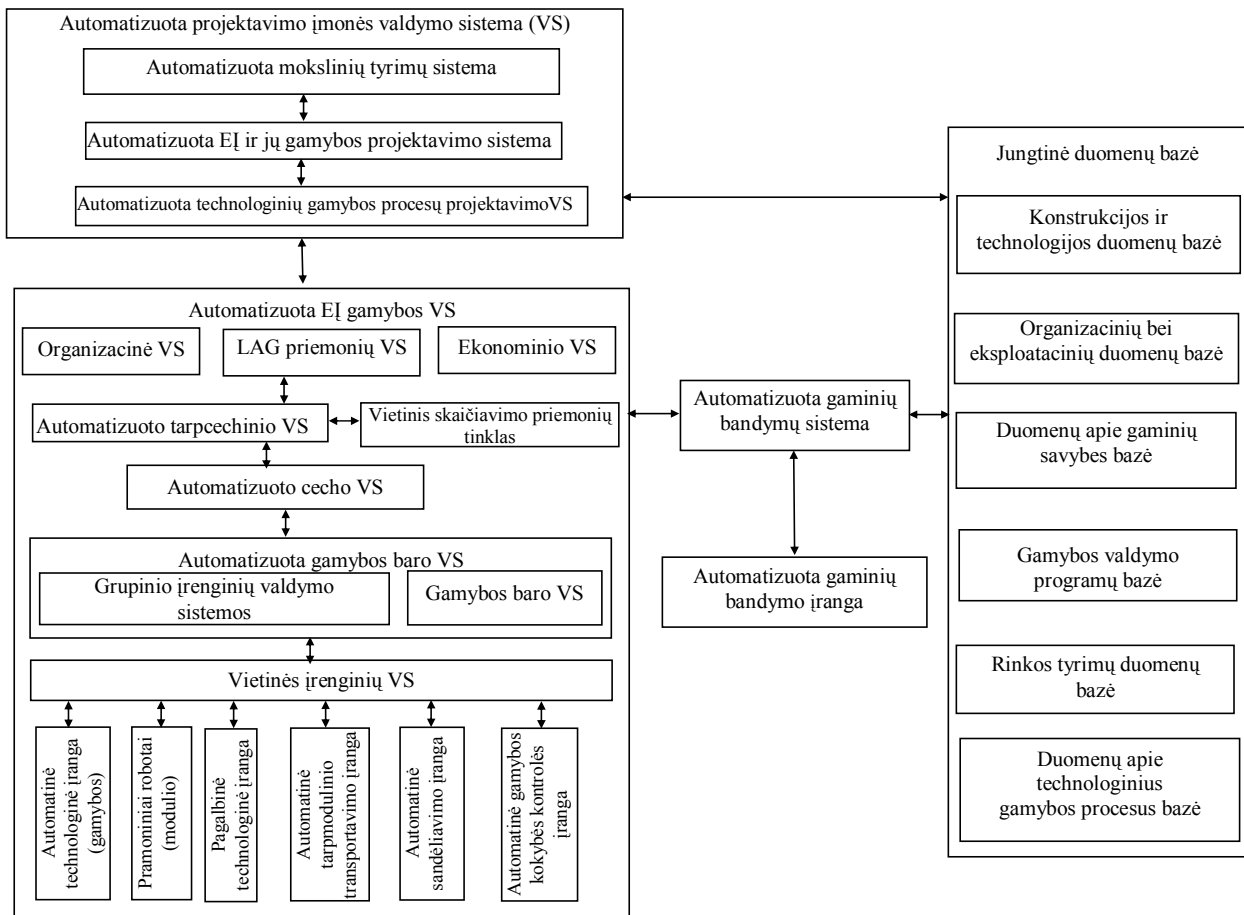
Šie bruožai priskirtini ir elektroninėms gamybos valdymo sistemoms (EGVS). Gamybos valdymo sistemiškumą lemia gaminamų EĮ savybių, gamybos procesų, kokybės kontrolės procesų ir valdymo rezultatų sąsajos. Pavyzdžiui, medžiagų bei žaliavų kokybės kontrolės procesų lygis lemia technologinių procesų kontrolės lygį, šis – pooperacinės kontrolės lygį, o pastarasis – galutinės kontrolės lygį. Tik sisteminio valdymo rezultatai gali garantuoti racionalų šių lygių derinį, o kartu ir minimalią savikainą (aukščiausią gaminių kokybę) ir didžiausią valdymo efektyvumą.

Pagrindiniai valdymo kokybės rodikliai – sistemiškumas, kompleksiškas, operatyvumas, gilumas, optimalumas, adaptyvumas, lankstumas, atkaklumas, efektyvumas ir kt.

Valdymo sistemų integracijos sampratos ir integravimo ypatumai išanalizuoti [3,4]. Integruota vadinama sistema, sudaryta iš ne mažiau kaip dviejų sistemų, siekiančių bendrų tikslų ir turinčių centralizuotą valdymą.

Valdymo adaptyvumas – tai gebėjimas užtikrinti tinkamą valdymą kintant valdymo sąlygoms (aplinkai, poreikiams ir kt.).

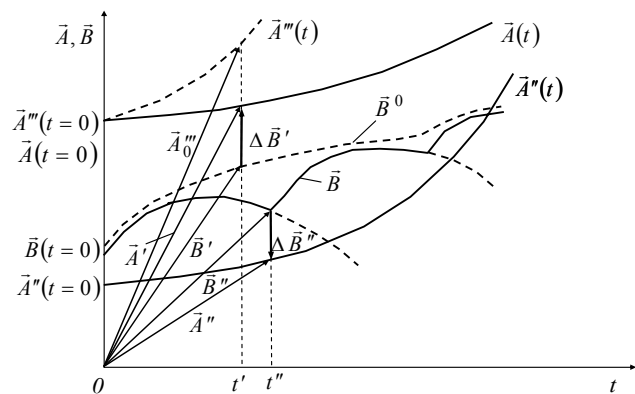
Lanksčia vadinama EGVS, sugebanti pereiti nuo vieno tipo gaminių gamybos valdymo prie kito tipo gaminių gamybos valdymo.



1 pav. Struktūrinė valdymo priemonių sąsajos schema

### Lanksčių integruotų EGVS kūrimas

Nors eksploatuojant EGVS tai tiesiogiai neakcentuojama, jos efektyvumą iš esmės lemia kūrėjo pozicija. Determinuotos elgsenos, statiška EGVS jos kūrimo metu atrodo pakankamai efektyvi, tačiau įdiegta tuoj pasens, nes, pradėjus valdyti, staigiai pasikeis EĮ gamybos lygis. Perspektyvesnė bus atvira, apsimokanti, adaptyvi, lanksti EGVS, kurios tikslai  $\vec{A}$  yra laiko funkcijos. Grafiškai tokią sistemą galima pavaizduoti taip, kaip parodyta 2 pav.



2 pav. EGVS tikslų ir būsenų dinamika

Eksplotacijos pradžioje EGVS tikslai  $\vec{A}(t=0)$  didesni nei jos būsenos  $\vec{B}(t=0)$ . Eksploatuojant sistemą, kinta jos tikslai ir būsenos, kurios iš pradžių artėja prie

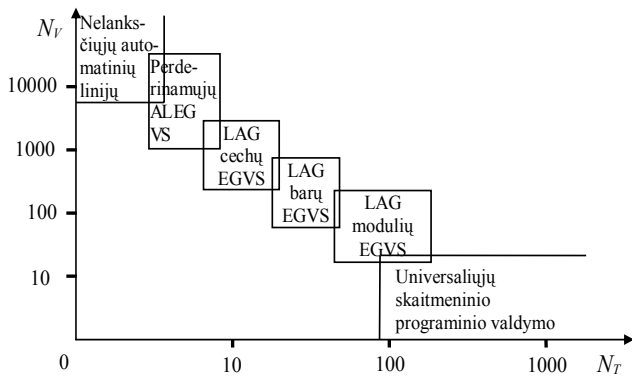
tikslų, o vėliau (dėl valdymo netobulumo) ima nuo jų tolti. Pakoregavus EGVS, jos būsenos vėl ima artėti prie tikslų, o vėliau – tolti. Didinant korekcijų dažnį, galima gauti  $\vec{B}^0$  dinamiką. Laiko momentu  $t'$  EGVS tikslai yra  $\vec{A}'$ , o būsenos -  $\vec{B}'$ . Vektorių skirtumas  $\Delta \vec{B}'$  nurodo valdymo būtinumą ir lemia EGVS tobulėjimą. Kai sistemos tikslai  $\vec{A}''$  atsilieka nuo būsenų  $\vec{B}''$  (žr.  $\Delta \vec{B}''$ ), stabdomas jos tobulėjimas. Kai tikslai  $(\vec{A}'''_0)$  gerokai pralenkia būsenas, sumažėja valdymo efektyvumas, nes beveik nepasiekiamas tikslas neskatina EGVS tobulėjimo. Todėl sistemai keliami tikslai turi būti aukštesni nei būsenos, bet per daug nuo jų nenuolti. Susidaro šių dviejų vektorių optimalios sisteminės dinamikos užtikrinimo problema [5].

EĮ gamybos lankstumo laipsnį labiausiai lemia EGVS priemonių ypatumai, o tikslingumą – atskirų tipų įtaisų paklausa rinkoje. Todėl integruotą EGVS turi sudaryti įvairaus lankstumo laipsnio sistemos. Tai matyti iš 3 pav. [2]. Nuo to priklauso ir EĮ savikaina (S) (4 pav.).

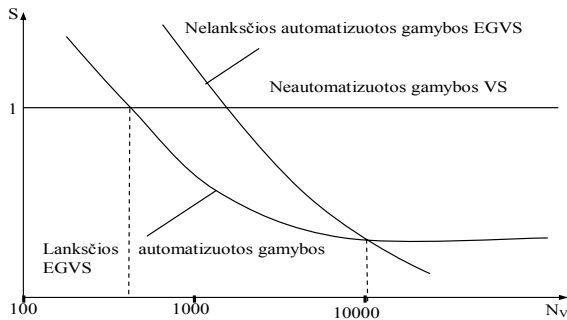
Reikėtų skirti tris lanksčių EGVS kūrimo principų grupes:

- metodologinius principus,
- techninius principus ir
- organizacinius principus.

Metodologiniais laikomi šie principai: sistemiškumas, kompleksiškas, lankstumas, adaptyvumas, revoliucingumas, optimalumas, modulumas, standartizuotumas ir kt.



3 pav. EGVS lankstumo sąsaja su metine EĮ gamybos apimtimi ( $N_v$ ) ir jų nomenklatūra ( $N_T$ )



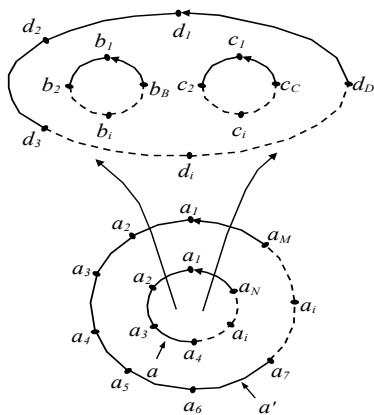
4 pav. Lanksčių EGVS panaudojimo sritis

Antrajai grupei priskiriama: maksimalus techninių priemonių perspektyvumas, struktūrų racionalumas, priemonių tipizavimas ir kt.

Trečiajai grupei galima būtų priskirti nepopierinės informacijos, jos pirmojo šaltinio, srautų racionalumo, valdymo hierarchiškumo ir lokalumo pagrįstumo, vienvaldiškumo ir kt. principus.

Revoliucingumo principas teigia, kad, kuriant EGVS, bus atsiskyta gamyboje esančių senų tarpusavyje nesusiejamų sistemų. Sukurti visuotinio LAG valdymo iš karto dažniausiai nepavyksta. Todėl prieš pradėdant kurti EGVS tinklą iš pradžių reikia sudaryti jo raidos modelį [6]. Šis modelis leis palaipsniui plėsti LAG ir racionaliai integruoti atskiras EGVS į vientisą sistemą. Tam galima būtų naudoti ekzointegravimo ir endointegravimo metodus.

Ekzointegravimui būdinga tai, kad iš pradžių sukuriama palyginti nedidelė LAGS su savo EGVS (5 pav.,  $a$  kontūras) iš  $a_N$  komponentų, paskui tobulinamas valdymas, apimant vis daugiau komponentų  $a_M$  ( $a_M > a_N$ ) ( $a'$  kontūras).

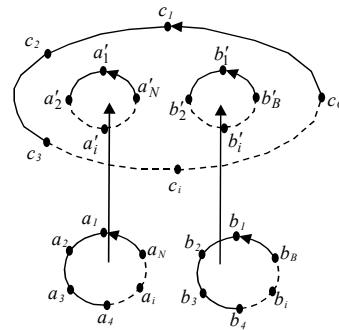


5 pav. EGVS ekzodinamikos pavyzdys

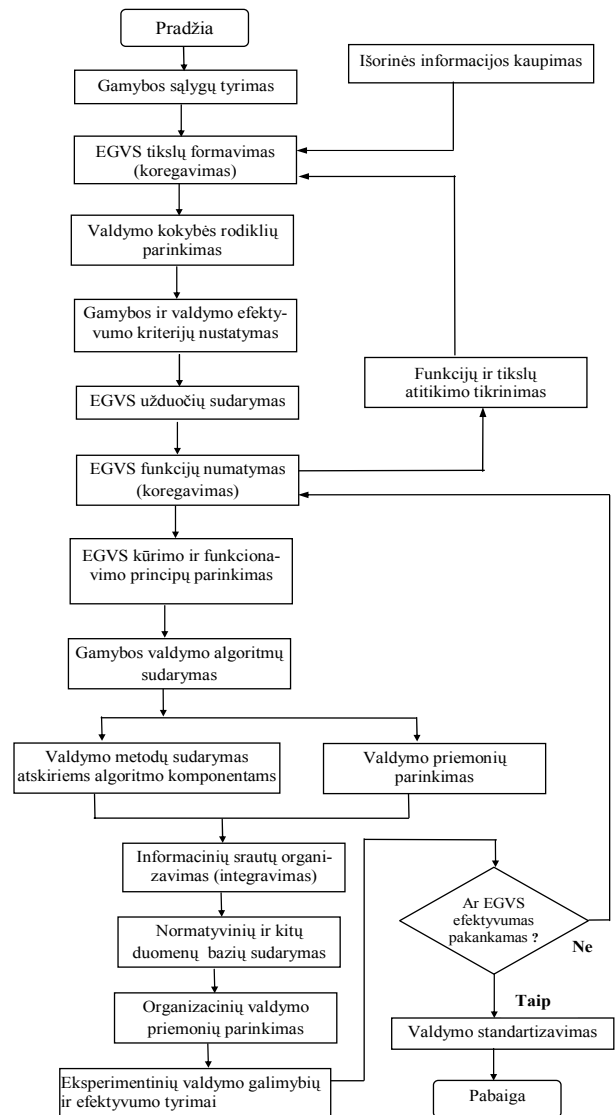
Pasiekus atitinkamą komponentų integravimo ( $\{a_i\}$ ) į sistemą lygį, sistema dalijasi į keletą sistemų su komponentais  $\{b_i\}$ ,  $\{c_i\}$  ir  $\{d_i\}$ . Naujos sistemos susijungia į integruotą EGVS. Toks integravimo metodas dažnai leidžia sukurti efektyvesnes integruotas EGVS, nes naujų sistemų kūrimas iš ankstesnių užtikrina efektyvesnes jų sąsajas.

Endointegravimą galima atlikti dviem kryptimis:

- sujungiant iš išorės keletą sistemų (6 pav.) centrine ir
- didinant EGVS intergaciją jos viduje.



6 pav. Endodinamikos pavyzdys



7 pav. EGVS kūrimo algoritmas

Integruojant pirmąją kryptimi, gaunamos ne tokios efektyvios nei anksčiau minėtos EGVS, nes, naudojant  $\{a_i\}$  ir  $\{b_i\}$  komponentus, integruotoje  $\{c_i\}$  sistemoje gali susidaryti funkcijų nesuderinamumo, skirtingų tikslų ir kitų problemų.

Integruojant antrąją kryptimi, integruojasi informacijos srautai, sąsajos, dirbtinis intelektas, programinės priemonės, normatyvinės bazės ir kt. Todėl EGVS efektyvumas vis didėja.

LAGS ir jų EGVS kūrimo algoritmas pateiktas 7 pav.

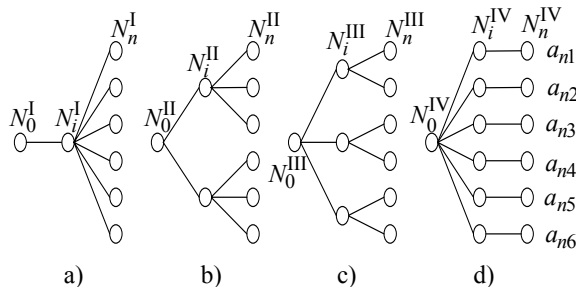
Daugiausia mokslinių problemų kelia valdymo ir efektyvumo vertinimo metodų sudarymas.

### EGVS efektyvumo didinimo būdai

Norint užtikrinti didelį EGVS efektyvumą, būtina pasirinkti reikiamus šių sistemų kūrimo ir veikimo principus, atsakingai realizuoti visus jų kūrimo algoritmo komponentus [7], gerai jas išbandyti prieš diegiant į gamybą. Panagrinėkime tik keletą EGVS efektyvumo didinimo būdų:

- tinkamos hierarchinės struktūros parinkimą;
- racionalų informacijos srautų organizavimą;
- valdymo operatyvumo parinkimą;
- modelio pobūdžio ir duomenų sklaidos įvertinimą.

Plečiantis elektroninėms valdymo sistemoms, dažnai kuriamos EĮ sistemos su išsišakojančiomis struktūromis. Vienas tokių sistemų išsišakojančių struktūrų pavyzdžių pateiktas 8 paveiksle [1].



8 pav. Sistemų išsišakojančių struktūrų pavyzdžiai

$N_0^I, N_1^I, N_n^I, \dots, N_0^{II}, \dots, N_n^{II}$  - nulinio,  $i$ -ojo ir  $n$ -ojo (galinio) rangų elementų skaičiai.

Jei galinio rango elementas atliks valdymo funkcijas tik tada, kai veiks jis ir visi elementai, jungiantys jį su pagrindiniu (nulinio rango) elementu, visi jie bus nepriklausomi, o tokios sistemos efektyvumo rodiklis  $E(z)$  priklausys nuo  $z$  normaliai funkcionuojančių galinių elementų skaičiaus, tai bendras jos efektyvumas bus [1]

$$E = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{M_n^{(k)}}{k!} \cdot \left. \frac{d^k E(z)}{dz^k} \right|_{z=0}; \quad (1)$$

čia  $M_n^{(k)}$  -  $k$ -asis pradinis normaliai funkcionuojančių galinių elementų skaičiaus pasiskirstymo momentas (pirmasis - kai veiks visi, antrasis - kai neveiks vienas ir t.t.);  $\frac{d^k E(z)}{dz^k}$  -  $k$ -oji  $E(z)$  išvestinė pagal  $z$ , paskui įrašant vertę  $z=0$  (taške  $z=0$ ).

Jei

$$E(z) = bz^2, \quad (2)$$

tai

$$E \approx 2bN_n^2 \left[ 1 - \sum_{i=1}^n q_i \left( 1 - \frac{1}{N_i} \right) \right]. \quad (3)$$

$$E_a \approx 2bN_n^2(1 - 0,83q), \quad (4)$$

$$E_b \approx 2bN_n^2(1 - 1,33q), \quad (5)$$

$$E_c \approx 2bN_n^2(1 - 1,5q), \quad (6)$$

$$E_d \approx 2bN_n^2(1 - 1,67q); \quad (7)$$

$$q_0 = q_1 = \dots q_i = \dots q_n = q. \quad (8)$$

čia  $N_n$  -  $n$ -ojo rango elementų skaičius;  $q_0, q_1, q_i$  - nulinio, pirmojo,  $i$ -ojo rango elemento gedimo tikimybė.

Iš (4) - (8) formulių matyti, kad šiuo atveju efektyviausia yra  $a$  struktūra. Jos efektyvumo lygį lėmė didžiausias santykis

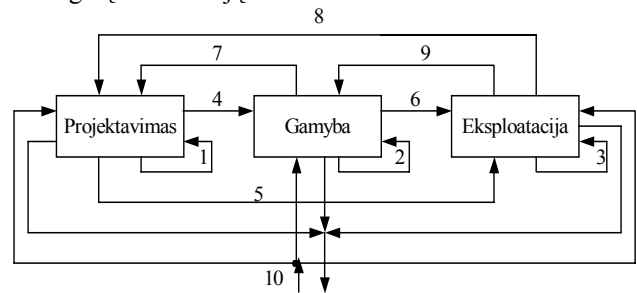
$$\frac{a_2}{a_1} = 6. \quad (9)$$

Ne tokia efektyvi yra  $b$  struktūra, o neefektyviausia -  $d$  struktūra.

Įvairios paskirties ir įvairių struktūrų EĮ efektyvumo tyrimo rezultatai leidžia, kuriant įtaisų kompleksus ir (ar) sistemas, iš galimų variantų pasirinkti geriausią (efektyvumo požiūriu).

Kuriant bendras informacines sistemas, sprendžiamos visuotinės kokybės problemos, o EĮ eksploatacijos metu sukaupta informacija naudojama daugelyje sričių. Glaudžiai susiejamos EĮ projektavimo, gamybos bei eksploatacijos informacijos sistemos (9 pav.) [1].

Kiekvieno srauto informacija skiriasi ne tik turiniu, bet ir savybėmis. Galima skirti operatyviają, taktinę ir strateginę informaciją.



9 pav. Informacijos srautų schema

Operatyvioji informacija naudojama operatyviems sprendimams priimti, taktinė - taktiniams, o strateginė - strateginiams. Pirmajai duomenų grupei skiriami srautai 1, 2 ir 3, antrajai - 4, 6, 7 ir 9, o trečiajai - 5 ir 8. Srautuose 10 cirkuliuoja taktinė informacija.

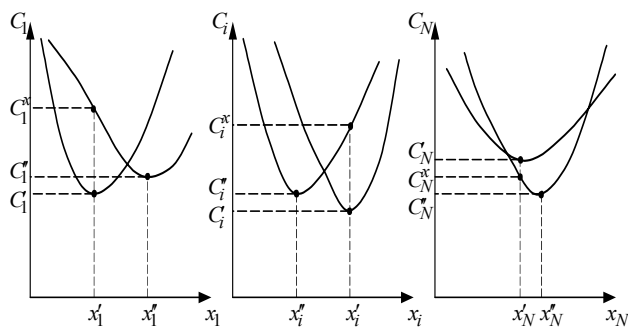
Pirmosios grupės informacija renkama ir naudojama vienoje EĮ gyvavimo stadijoje, todėl ji pati operatyviausia. Tinkamai organizavus gamybą, šios informacijos visiškai pakanka reikiamam EĮ gamybos valdymo operatyvumui. Svarbiausi reikalavimai šios grupės informacijai: kompleksiskumas, sistemiškumas, operatyvumas, objektyvumas ir

optimalumas.

Informaciją gali iškraipyti įvairūs veiksniai: informacijos šaltiniai bei ryšio linijos, valdymo posistemo aplinka ir kt. Informaciją kaupia ir žmogus; jo padarytos klaidos irgi mažina informacijos patikimumą. Žmogaus klaidos (loginės, sensorinės bei operatyvios) priklauso nuo jo būsenos, ir esant vidutiniam darbo našumui, sudaro nuo 2 % iki 50 % atliktų operacijų skaičiaus.

Sunkiausiai nustatomas racionalus EĮ valdymo informacijos kiekis. Apie 50 % surinktos informacijos nepanaudojama eksploatacijai valdyti, o gamyboje panaudojama tik 10 % gautos informacijos. Įvertinus informacijos panaudojimo laipsnį, galima teigti, kad tinkamai nustatčius duomenų srautus, jos kaupimo išlaidos sumažėtų apie 50 %. Analizuojant ir sudarant valdymo informacijos srautus, pirmiausia analizuojami kiekvienai valdymo funkcijai naudojami dokumentai ir jų formavimo algoritmai.

Norint valdyti gamybą, reikia rodiklio verčių  $L$ . Jos yra atsitiktinės, bet jų skirstiniai kinta pagal žinomus dėsnius. Rodiklis  $L$  naudojamas  $N_p$  matematiniais valdymo modeliams. Naudojant  $N_0$  modelius, ieškoma racionalių sprendimų  $x_1 - x_N$  (10 pav.).



10 pav. Nuostoliai dėl rodiklio  $L$  kitimo

Naudojama anksčiau gauta rodiklio  $L$  vertė, ir gaunami sprendiniai  $x'_1, \dots, x'_i, \dots, x'_N$ , kuriuos atitinka efektyvumo kriterijaus  $C$  vertės  $C'_1, \dots, C'_i, \dots, C'_N$ . Rodiklio  $L$  vertė nuo jos fiksavimo iki skaičiavimų momento pakito. Nustatę faktišką rodiklio vertę sprendimo priėmimo metu, gautume sprendinius  $x''_1, \dots, x''_i, \dots, x''_N$  ir efektyvumo kriterijaus vertes  $C''_1, \dots, C''_i, \dots, C''_N$ . Dėl sprendimo paklaidos, taikant pirmąjį modelį, patiriama nuostolių:

$$C_1^{(\Delta)} = C_1^{(\Delta)} - C_1'' \quad (10)$$

Bendri nuostoliai dėl rodiklio  $L$  vertės pasikeitimo:

$$C^{(\Delta)} = \sum_{i=1}^N C_i^{(\Delta)} \quad (11)$$

Kadangi rodiklio  $L$  vertė  $l(t)$  yra laiko funkcija, tai ir  $C$  vertė priklauso nuo to, kaip seniai nustatyta toji vertė.

Kryptingai perduodamas bet kurios informacijos kiekis vadinamas informacijos srautu [1]. Valdymui naudojamos informacijos srautai sudaromi nustačius rodiklių nomenklatūrą, šių rodiklių verčių skaičių, jų

perdavimo dažnį bei adresatus. Informacijos srautus galima apibūdinti rodiklių nomenklatūra, vienu metu perduodamų verčių skaičiumi, perdavimo dažniu ir kryptimi.

Informacijos kanalais perduodamos rodiklių vertės, o valdymo posistemo informacijos bazėje visada turima keletas prieš tai buvusių verčių. Iš šių verčių nesunku sudaryti tolesnio jų kitimo prognozes ir nustatyti racionalų laiko momentą, kada, įvertinant nuostolius, tikslinga patikrinti informaciją. Todėl galima organizuoti operatyvų informacijos srautų valdymą. EĮ gamybai valdyti naudojamo rodiklio vertė  $l'$  susideda iš pastoviosios  $l_0$  ir atsitiktinės ( $l^*$ ) dedamosios:

$$l' = l_0 \pm l^* \quad (12)$$

Vertės  $l'$  ir jai artimų verčių tikimybė nedidelė. Sprendimas gali būti ir ne racionalus, ypač kai vertės, mažesnės negu  $l_0$ .

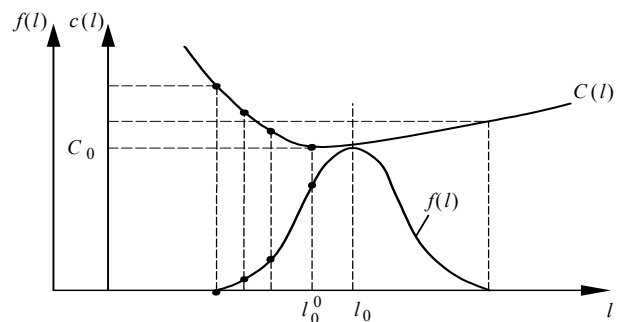
Valdant EĮ gamybą, reikėtų iš ankstesnės valdymo informacijos nustatyti apytikrą vidutinio kvadratinio nuokrypio  $\sigma(l)$  vertę ir  $l$  įtaką sprendimui. Jei  $\sigma(l) \rightarrow 0$ ,  $l$  įtaka sprendimui nedidelė, pakanka vienos vertės  $l$ . Didesniam  $\sigma(l)$  reikia tiek verčių, kad būtų galima nustatyti reikiamo tikslumo faktiškus skirstinio parametrus. Šiuo metodu galima nustatyti matematinio modelio tikslumą.

Bet koks valdymo sprendimas yra apytikris. Tai galime matyti iš 11 pav. [1]. Jis optimalus tik ( $l_0$ ) vertei. Optimizavimo tikslumas priklausys nuo  $l_0$  nustatyto tikslumo. Kuo didesnis gaminamų EĮ skaičius, tuo tiksliau turi būti nustatoma  $l_0$ , nes dėl didelio įtaisų, kuriems taikomas šis sprendimas, skaičiaus, padidės bendrosios išlaidos.

Matematinuose EĮ gamybos valdymo modeliuose naudojama dalis duomenų, bendrų visai gaminamų įtaisų nomenklatūrai, todėl informacijos apimties  $n_{ln}$  priklausomybę nuo nomenklatūros galima apytikriai išreikšti formule [1]

$$n_{ln} = n_{l1}(1 + N_n m_l); \quad (13)$$

čia  $n_{l1}$  – informacijos kiekis, reikalingas vienos EĮ grupės gamybai valdyti;  $m_l$  – koeficientas ( $m_l \approx 0,75$ );  $N_n$  – EĮ grupių skaičius (nomenklatūra).



11 pav. Rodiklio  $L$  verčių skaidos įtaka

Informacijos, naudojamos gamybai valdyti, apimtis priklauso ir nuo įtaiso gedimo tikimybės. Didėjant gedimo

tikimybei, kreivė  $C(l)$  (11 pav.) kyla aukštyn – didėja bendrosios išlaidos. Esant tai pačiai EĮ nomenklatūrai, kuo didesnė gedimo tikimybė, tuo didesnė bus racionali kontroliuojamų parametrų nomenklatūra, o kartu ir informacijos, naudojamos eksploatacijai valdyti, apimtis.

### Išvados

Tobulinant EĮ gamybą valdymo reikėtų naudoti lanksčias, integruotas elektronines gamybos valdymo sistemas.

Iš tyrimų matyti, kad, kuriant EGVS tinklą, reikia sudaryti jo raidos modelį, kuris sudaro galimybes palaipsniui plėsti LAG ir racionaliai integruoti atskiras EGVS į vientisą sistemą. Ir tam buvo naudoti ekzointegravimo ir endointegravimo metodai.

Sudarant informacijos srautus, reikia atsižvelgti į jos senėjimą. Valdant informacijos srautus, gali būti keičiama ne tik juose esančių rodiklių nomenklatūra, bet ir verčių skaičius, jų perdavimo dažnis ar net perdavimo kryptis.

### Literatūra

1. **Balaišis P., Eidukas D.** Elektroninių įtaisų patikimumas ir eksploatacija. Antroji knyga. Elektroninių įtaisų eksploatacija. – Kaunas: Technologija, 2000. – 264 p.
2. **Balaišis P.** Lanksčios automatizuotos EĮ gamybos kompleksai ir sistemos. Paskaitų konspektas: – Kaunas: KTU, 2000. – 140 p.
3. **Balaišis P., Eidukas D., Tervydis P., Bagdanavičius N.** Interguotų elektroninių efektyvumo bruožai // Elektronika ir elek-trotechnika. – Kaunas: Technologija, 2004. – Nr.2(51). –P.38-43.
4. **Balaišis P., Besakirskas A., Dobelinskas N., Tervydis P.** Elektroninių sistemų integravimo ypatumai // Elektronika ir elek-trotechnika. – Kaunas: Technologija, 2004. – Nr.3(52). –P.32-36.
5. **Балайшис П.А., Эйдукас Д.Ю.** Динамика качества радиоэлектронных устройств. – Каунас:КТУ, 1991.-182 с.
6. **Momoh J.A.** Electric systems, dynamics and stability with artificial intelligence applications. New York: Marcel Dekker, 2000. -356 p.
7. **Ferguson R.S.** Practical algorithms for 3D computers graphics. – Natic, Massachusetts: AK Peters, 2001. - 539 p.

Pateikta spraudai 2004 03 10

**A. Žickis, E. Keras. Elektroninių gamybos valdymo priemonių tyrimas // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas:Technologija, 2004. – Nr. 5(54). – P. 27-32.**

Aprašytos elektroninių įtaisų (EĮ) gamybos raidos tendencijos. Pateikta struktūrinė valdymo priemonių sąsajos schema. Paminimos neintegruotos ir integruotos gamybos esminės problemos. Pateiki pagrindiniai EĮ gamybos bruožai, esminiai valdymo kokybės rodikliai. Išanalizuota lanksčių, integruotų elektroninių gamybos valdymo sistemų (EGVS) kūrimo koncepcija. Pateikta EGVS tikslų ir būsenų dinamikos vizija, aptarti ekzointegravimo ir endointegravimo principai. Aprašytos lanksčių EGVS kūrimo principų grupės. Pateiktas LAGS ir jų EGVS kūrimo algoritmas. Išnagrinėti EGVS efektyvumo didinimo būdai: hierarchinės sistemos parinkimas, racionalus informacijos srautų organizavimas, valdymo operatyvumo parinkimas, modelio pobūdižio ir duomenų sklaidos įvertinimas. Il. 11, bibl. 7 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų ir rusų k).

**A. Žickis, E. Keras. Investigation of Electronic Manufacturing Control Means // Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, 2004. – No. 5(54). – P. 27-32.**

Development trends of electronic devices (ED) were described. Structural diagram of control means is presented. Main features of ED manufacturing were introduced. Development conception for flexible integrated electronic manufacturing control systems (EMCS) was analyzed. Vision of EMCS purpose and state dynamics is presented. Principles of exointegration and endointegration were presented. Groups of principles for creating flexible EMCS were described. Algorithm for creating FAMS (flexible automated manufacturing system) and their EMCS was introduced. Methods for increasing EMCS efficiency were examined: choice of suitable hierarchical structure, planning of rational information ways, choice of control's expedition. Il. 11, bibl. 7 (in Lithuanian, Summaries in Lithuanian, English, Russian).Il. 11, bibl. 5 (in Lithuanian, Summaries in Lithuanian, English, Russian).

**A. Жицкис, Е. Кэрас. Исследование электронных средств управления производства // Электроника и электротехника. – Каунас: Технология, 2004. – No. 5(54). – С. 27-32.**

Описаны тенденции развития производства электронных устройств (ЭУ). Дана структурная схема связей средств управления. Даны основные черты производства ЭУ. Сделан анализ создания концепции гибких интегрированных электронных систем управления производства (ЭСУП). Дана визия динамики целей и состояний ЭСУП. Даны принципы экзоинтегрирования и эндоинтегрирования. Описаны группы принципов создания ЭСУП. Даны алгоритмы создания ЭСУП и гибкой автоматизированной системы производства. Сделан анализ средств повышения эффективности ЭСУП: подборание подходящей иерархической структуры, организавание радиоальных токов информации, подборание оперативности управления, оценка характера моделиа и рассеяния данных. Ил. 11, библи. 7 (на литовском языке; рефераты на литовском, английском и русском яз.).