

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1980.1.04>

T. PÜSS

JUHTIMISE AUTOMATISEERIMISE MAJANDUSLIKU EFEKTIIVSUSE HINDAMISEST MATEMAATILISE STATISTIKA MEETODITEGA

Esitanud K. Habicht

Rahvamajanduse juhtimise keerukamaks muutumine on tootmise arenguga kaasnev seaduspärane nähtus. Kui tehnika kiire areng ühelt poolt suurendab ühiskondlikku tööviljakust, siis teiselt poolt komplitseerib ta tunduvalt majanduse juhtimist. Vananenud juhtimisvormid võivad rahvamajanduse arengutempot olulisel määral aeglustada. Üks perspektiivsemaid juhtimise täiustamise võimalusi peitub arvutustehnika kasutamises ning automatiseeritud juhtimissüsteemide loomises.

Automatiseeritud juhtimissüsteemid (AJS) kuuluvad suurte ja keerukate süsteemide hulka, mille väljatöötamis- ja juurutamiskulud on suured ja kasvavad iga aastaga. Sellega seoses on viimasel ajal eriti aktuaalseks muutunud nende majandusliku efektiivsuse kindlaksmääramine.

Arvutustehnika juurutamine kujutab endast uue tehnika rakendamist. Seetõttu lähtutakse tema tulukuse hindamisel uue tehnika ja kapitaal-mahutuste majandusliku efektiivsuse leidmise põhimõtetest — tehtud kulutusi võrreldakse saadud tuludega.

AJS-i juurutamise kulude määramisel ei teki põhimõttelisi raskusi. Teisiti on aga olukord tuludega. Juhtimise automatiseerimisest saadud tulude hindamine on siiani sisuliselt lahendamata probleem.

Käesolevas artiklis vaadeldakse mõningaid matemaatilise statistika meetodeid, mille abil on autori arvates võimalik juhtimise automatiseerimise mõju suurust majanduslikele näitajatele suurema või väiksema täpsusega kindlaks määrata.

AJS-i majandusliku efektiivsuse arvutamise olemasolevates meetodilistes juhendites [1, 2] on öeldud, et juhtimise automatiseerimise tulemused kajastuvad ettevõtte (või tootmisharu) majanduslikes näitajates ning sellega saadud aasta lisakasum leitakse valemiga

$$Z_a = \frac{A_2 - A_1}{A_1} P_1 + \frac{c_1 - c_2}{100} A_2, \quad (1)$$

kus A_1 , A_2 on ettevõtte (või haru) toodangu maht ilma AJS-ita ja selle juurutamisel, tuh. rbl.,

c_1 , c_2 — kulud kaubatoodangu 1 rublale ilma AJS-ita ja selle juurutamisel, kop.,

P_1 — kasum toodangu realiseerimisest ilma AJS-ita, tuh. rbl.

Kasumi juurdekasv koosneb seega kahest komponendist — ühelt poolt toodangu suurenemise ja teiselt poolt omahinna alanemise tulemusena saadavast kasumist. Nende komponentide arvutamise aluseks on mitmesugused koefitsiendid (arvestavad praagi vähenemist, materjalide kokkuhoidu, mittetootlike kulude vähenemist, töönormide muutumist jne.), mis määratakse projekteerimisstaadiumis eksperthinnangute alusel. Seejuures ei näidata üheski meetodikas, kuidas hinnata juhtimise automatiseerimise tegelikku mõju ettevõtte näitajatele AJS-i funktsioneerimise perioodil.

Juhtimise automatiseerimise tegeliku mõju hindamiseks uuris autor kolme meetodit:

— AJS-i juurutanud ettevõtete majanduslike näitajate võrdlemine ettevõtete näitajatega, kus AJS-i ei ole;

— ettevõtete majanduslike näitajate võrdlemine rea aastate jooksul enne ja pärast AJS-i juurutamist;

— AJS-i juurutanud ettevõtete tootmise efektiivsuse analüüs majandusliku kasvu mudelite abil.

Vaatlus toimus viies Eesti NSV tööstusettevõttes (vt. tab. 1), kus on juurutatud AJS-i esimene etapp.

Esimese meetodi puhul võrreldi AJS-i juurutanud (I grupp) ja mittejuurutanud (II grupp — 12 ettevõtet) ettevõtete kogutoodangu, omahinna ja tööviljakuse muutusi aastatel 1970—1977.

Selleks kasutati ahelindekseid

$$I_a = \frac{q_t}{q_{t-1}}; \frac{q_{t+1}}{q_t}; \frac{q_{t+2}}{q_{t+1}} \dots$$

ja baasindekseid

$$I_b = \frac{q_t}{q_{t-1}}; \frac{q_{t+1}}{q_{t-1}}; \frac{q_{t+2}}{q_{t-1}} \dots,$$

kus q_{t-1} ; $q_t \dots q_n$ on näitaja väärtuste rida üksteisele järgnevatel aastail.

I grupi ettevõtetel oli 1977. aastal 1970. aastaga võrreldes kogutoodang kasvanud 2,16 korda, kulud kaubatoodangu 1 rubla kohta vähenenud 1,37 korda ning tööviljakus suurenenud 2,01 korda. II grupi ettevõtetel oli kogutoodang kasvanud 1,68 korda, kulud kaubatoodangu 1 rubla kohta vähenenud 1,15 korda ja tööviljakus suurenenud 1,69 korda. Nende näitajate alusel leiti (rakendades valemis 1 toodud A_1 , c_1 ja P_1 hindamiseks AJS-i mittejuurutanud ettevõtete näitajate taset), et I grupi ettevõtetes on saadud juhtimisülesannete automatiseerimise tulemusena 4,2 milj. rbl. lisakasumit.

AJS-i mõju väljaselgitamiseks teiseks teeks oli tegelikult saavutatud majanduslike näitajate võrdlemine näitajatega, mis leiti AJS-i juurutamisele eelnenud aastate dünaamika ekstrapoleerimise alusel. Selleks tuli:

— koostada ettevõtte majanduslikku tegevust enne juhtimise automatiseerimist iseloomustavad aegread;

— leida uuritava näitaja prognoosifunktsioon (funktsioon, mis kõige paremini aproksimeerib nähtuse eelnevat kulgu);

— määrata prognoosifunktsiooni alusel näitaja oletatav tase uuritava aastal;

— hinnata juhtimise automatiseerimise mõju näitajale (leida vahe tegeliku ja oletatava taseme vahel).

Sel meetodil uuriti nii kogutoodangu kui ka omahinna muutusi

AJS-i juurutanud ettevõtetes. Prognoosifunktsioonidest sobivaim (uuriti 10 funktsiooni) leiti modifitseeritud standardhälbe alusel.

Majanduslike näitajate dünaamika ja funktsiooni määramiseks kasutati aegridu, mis lõppesid AJS-i esimese etapi juurutamise aastaga, kasumi juurdekasv leiti AJS-i funktsioneerimise teise aasta kohta. Tabelis 1 on toodud ettevõtete kogutoodangut ja kulusid kaubatoodangu 1 rubla kohta kõige paremini aproksimeerivad funktsioonid ning nende alusel leitud näitajate tegelikud muutused oodatava tasemega võrreldes.

Tabel 1

Kogutoodangu ja kulude prognoosifunktsioonid

Ettevõte	Kogutoodang		Kulud kaubatoodangu 1 rubla kohta	
	Prognoosifunktsioon	Täiendav toodangu juurdekasv aastas (%)	Prognoosifunktsioon	Kulude vähenemine kaubatoodangu 1 rubla kohta aastas (%)
T/k. «Talleks»	$A_t = ab^{t-1} - K =$ $= -10530,68 \cdot 0,783^{t-1} +$ $+ 22743,68$	2,9	$c_t = ab^{t-1} = 97,88 \times$ $\times 0,982^{t-1}$	2,9
Tallinna Laeva-remonditehas	$A_t = ab^{t-1} = 5915,00 \times$ $\times 1,054^{t-1}$	7,4	$c_t = at^b = 92,15 \cdot t^{0,0461}$	1,8
M. Kalinini nim. Elektrotehnikatehas	$A_t = at^b - K =$ $= 662,06 \cdot t^{1,2170} + 2560,95$	5,7	$c_t = ab^{t-1} - K =$ $= 84,81 \cdot 0,758^{t-1} + 62,73$	2,3
V. I. Lenini nim. Põlevkivitöötlemise Kombinaat	$A_t = ab^{t-1} - K =$ $= 83980,34 \cdot 0,904^{t-1} +$ $+ 116816,34$	4,8	$c_t = ab^{t-1} =$ $= 89,68 \cdot 0,986^{t-1}$	2,8
Tartu Aparaaditehas	$A_t = at^b = 5767,0 \cdot t^{0,3791}$	3,7	$c_t = ab^{t-1} - K =$ $= -9,09 \cdot 1,109^{t-1} + 101,26$	2,2

Tähised: A_t — kogutoodangu prognoositud väärtus aastal t , c_t — kulude prognoositud väärtus kaubatoodangu 1 rubla kohta aastal t , a , b , K — funktsiooni parameetrid.

Leitud kogutoodangu ja omahinna muutusi arvestades määrati valemil I järgi kasumi juurdekasv ettevõtetes teisel aastal pärast AJS-i I etapi juurutamist; kokku moodustas see 5,1 milj. rbl.

AJS-i juurutanud ettevõtete tootmise efektiivsuse analüüsimiseks ning automatiseerimise mõju suuruse hindamiseks kasutati lisaks esitatud meetoditele tootmisfunktsioone. Tootmisfunktsioon väljendab seost tootmistulemuse ja tootmistegurite vahel ning võimaldab kvantitatiivselt hinnata iga teguri mõju tootmistulemusele. Üldkujul väljendub tootmisfunktsioon järgmiselt:

$$y_t = f(x_{1t}, \dots, x_{it}, \dots, x_{mt}, t), \quad (2)$$

kus y_t on tootmistulemus aastal t ,

x_{it} — tootmisteguri i tase aastal t , $i = 1, \dots, m$,

t — aegrea perioodide number.

Tootmisfunktsioone kasutatakse tavaliselt tootmistulemuse ja esmaste tootmistegurite seose iseloomustamiseks, kuid seda on rakendatud ka teisejärguliste tegurite mõju analüüsimiseks (näiteks väetiste kasutamine põllumajanduses [3], haridustaseme ja teaduse mõju tööstuses [4]). Seetõttu on igati mõeldav ühe tootmistegurina arvestada ka arvutustehnika rakendamist.

Et analüüsida juhtimise automatiseerimise ja ettevõtte tootmistulemuse vahelisi seoseid, lahendati tootmisfunktsioonid kahes erinevas modifikatsioonis:

— staatilise astmefunktsioonina

$$y_t = Ax_{1t}^{\alpha_1} x_{2t}^{\alpha_2} x_{3t}^{\alpha_3}, \quad (3)$$

— dünaamilise astmefunktsioonina

$$y_t = Ax_{1t}^{\alpha_1} x_{2t}^{\alpha_2} x_{3t}^{\alpha_3} e^{\gamma t}, \quad (4)$$

kus y_t on tootmistulemus, milleks valiti kogutoodangu näitaja, tuh. rbl.,

x_{1t} — tootmispõhifondid (lülitati funktsiooni viitajata, üheaastase viitajaga ja kaheaastase viitajaga), tuh. rbl.,

x_{2t} — tootmispersonalitöötasufond, tuh. rbl.,

x_{3t} — raali kasutamine ülesannete lahendamiseks, tundides,

A — võrrandi vabaliige,

$\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3$ — tootmistegurite elastsuskoeffitsiendid,

e — naturaallogaritmi alus,

γ — tehnilise progressi mõju väljendav parameeter,

t — aegrea perioodide numeratsioon.

Tootmisfunktsiooni parameetrite leidmiseks kasutati vähimruutude meetodit. See meetod eeldab küllalt pikkade aegridade olemasolu, sest liiga lühikesed aegread piiravad funktsiooni lülitatavate tegurite arvu. Seetõttu langesid järgnevalt analüüsist välja Tartu Aparaaditehas ja V. I. Lenini nim. Põlevkivitöötlemise Kombinaat, kus AJS juurutati alles 1974. aastal.

Majandusliku analüüsi aluseks sobiva funktsioonikuju leidmiseks analüüsiti kõiki ettevõtte kohta lahendatud tootmisfunktsiooni modifikatsioonid statistiliselt, hinnates funktsiooni kuju sobivust, tootmistulemuse ja tegurite vahelise seose rangust ning funktsiooni parameetrite statistilist usaldatavust [5]. Sobivaimaks osutusid:

Tootmiskoondises «Talleks»

$$y_t = e^{-2,2028} \cdot x_{1t}^{0,7059} \cdot x_{2t}^{0,6774} \cdot x_{3t}^{0,0221}$$

$$R = 0,9968;$$

Tallinna Laevaremonditehases

$$y_t = e^{-1,1441} \cdot x_{1t-1}^{0,6878} \cdot x_{2t}^{0,4848} \cdot x_{3t}^{0,02567}$$

$$R = 0,9986;$$

M. Kalinini nim. Elektrotehnikatehases

$$y_t = e^{-10,7586} \cdot x_{1t-2}^{0,1456} \cdot x_{2t}^{2,2040} \cdot x_{3t}^{0,0188}$$

$$R = 0,9790$$

(R — mitmene korrelatsioonikordaja).

Dünaamiliste funktsioonide lahendamisel oli ilmselt tegemist liiga suure tegurite arvuga, sest need funktsioonid andsid statistiliselt ebausaldatavaid tulemusi.

Tootmistegurite mõju tootmistulemuse kujunemisele hinnati valemiga

$$\beta_{xt} = \frac{\alpha_i}{\sum_{i=1}^m \alpha_i} \cdot 100\% \quad (5)$$

Saadud tulemused on esitatud allpool.

Tabel 2

Tootmistegurite mõju tootmistulemuse kujunemisele

Ettevõte	Tootmisfunktsiooni elastsuskoeffitsientide summa	Tootmis-põhifondide mõju (%)	Töötasufondi mõju (%)	Raali kasutamise mõju (%)
T/k. «Talleks»	1,4054	50,23	48,20	1,57
Tallinna Laevaremonditehas	1,1984	57,40	40,45	2,15
M. Kalinini nim. Elektrotehnikatehas	2,3684	6,14	93,06	0,79

Selgub, et toodangu juurdekasv AJS-i funktsioneerimise 2. aasta kohta oli tootmiskoondises «Talleks» 2,4%, Tallinna Laevaremonditehases 4,6% ja M. Kalinini nim. Elektrotehnikatehases 3,5%. Juhtimise automatiseerimise tulemusena saadud aasta täiendavat tulu ei ole leitud, sest tootmisfunktsiooniga hinnati ainult selle esimese komponendi tegureid — toodangu suurenemist.

Tootmisfunktsiooni ja tema modifikatsioonide (kasvufunktsioon, töövilkakuse erifunktsioon) kasutamine pakub peale esitatu veel mitmeid analüüsivõimalusi. Juhtimise automatiseerimise efektiivsuse hindamine nende funktsioonide kaudu väärib edasist uurimist.

Toodud analüüs näitas, et kõik eespool kirjeldatud meetodid sobivad juhtimise automatiseerimise mõju väljaselgitamiseks ja analüüsiks.

Esimest meetodit on soovitatav kasutada siis, kui ühe tootmisprofiiliga ettevõteteid on palju (näit. ühe ministeeriumi allettevõtete uurimisel, kus ühes osas neist on AJS juurutatud, teises mitte). Erinevate ettevõtete võrdlemiseks on meetod aga vähesobiv, sest mitmesugused kõrvalised tegurid võivad tulemusi moonutada.

Teist meetodit võib kasutada nii üksikute ettevõtete kui ka kõrgema taseme AJS-ide mõju väljaselgitamiseks. See meetod ei võta aga arvesse muude tegurite muutuvat mõju, mistõttu tekib tulu ülehindamise oht. Seejuures suureneb hindamisviga seda enam, mida kaugem on prognoositav aasta analüüsitavast.

Tootmisfunktsioonid võimaldavad hinnata tootmistulemust seostatuna põhjuslike teguritega. Selle meetodi alusel on saadud hinnangud arvutus- ja tehnikamõju suuruse kohta tõepärasemad. Tootmisfunktsiooni puuduseks on aga asjaolu, et teda saab konstrueerida alles AJS-i pikaajalise funktsioneerimise järel.

Kokku võttes tuleks märkida, et siinkohal esitatud analüüsiga saadud tulemused peaksid olema huvipakkuvad, kuid vajavad edasist kontrollimist, sest vaadeldud ettevõtete arv oli väike. Vastavaid kontrollarvutusi on võimalik teha pärast AJS-ide laialdasemat rakendamist vabariigis.

KIRJANDUS

1. Методика оценки экономической эффективности отраслевых автоматизированных систем управления (ОАСУ) в промышленных министерствах, всесоюзных и республиканских промышленных объединениях. М., 1974.
2. Методика определения экономической эффективности автоматизированных систем управления предприятиями и производственными объединениями. М., 1978.
3. Хеди Э., Диллон Д. Производственные функции в сельском хозяйстве. М., 1965.
4. Niitamo, O. Tuottavuuden kehitys Suomen teollisuudessa vuosina 1925—1952. Helsinki, 1958.
5. Renter, R., Schipai, A.-H. Sotsiaal- ja majandusprognostika. Tallinn, 1977.

*NSV Lüdu TA Majandusmatemaatika
Keskinstituudi Eesti Filiaal*

Toimetusse saabunud
18. VI 1979

T. ПЮСС

**ОБ ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ
УПРАВЛЕНИЯ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Для определения влияния автоматизации управления на экономические показатели предприятий автор:

1. Сравнивает с помощью индексных методов экономические показатели предприятий, внедривших АСУ, с результатами работы тех предприятий, которые вычислительную технику не применяют;
2. Сопоставляет фактический уровень экономических показателей с уровнем, определяемым функциями прогнозирования;
3. Используя модели экономического роста, анализирует экономическую эффективность производства на предприятиях.

В статье названными методами описываются найденные изменения в объеме и себестоимости продукции. Поясняются также возможности применения указанных методов для оценки эффективности АСУ.

*Эстонский филиал
Центрального экономико-математического института
Академии наук СССР*

Поступила в редакцию
18/VI 1979

T. PUSS

**ON THE ASSESSMENT OF THE ECONOMIC EFFICIENCY
OF AUTOMATED MANAGEMENT WITH THE HELP OF METHODS
OF MATHEMATICAL STATISTICS**

To assess the effect of automated management upon the economic indicators of an enterprise, the author, applying the index method, compared the economic indicators of enterprises with and without an automated management system, and the actually achieved indicators with those found with the help of forecast functions, and analyzed the production efficiency of the enterprises with an automated management system, using models of economic growth.

The paper describes changes in the production volume and cost price found by means of the above methods, and discusses possibilities of applying these methods to assess the efficiency of automated management systems.

*Academy of Sciences of the USSR,
Central Institute of Economic Mathematics,
Estonian Branch*

Received
June 18, 1979