

І. І. ГІРУЦКІ, Г. Г. ПАЛКІН, У. С. ДОСІН

ЭФЕКТЫЎНАСЦЬ КАМП'ЮТЭРЫЗАЦЫІ ТЭХНАЛАГІЧНЫХ ПРАЦЭСАЎ КАРМЛЕННЯ У СВІНАГАДОУЛІ

Развіццё аўтаматызаваных сістэм кіравання тэхналагічнымі працэсамі (АСКТП) у аграпрамысловых галінах сведчыць пра тое, што цікавасць да гэтых даследаванняў, а значыць, і фінансаванне іх мае хвалепадобны характар: ад эйфарыі, выкліканай магчымасцямі выкарыстання камп'ютэрна-мікрапрацэсарных сістэм, і шматлікіх пастаноў дырэктыўных органаў у недалёкім мінулым да поўнага згортвання такіх работ у шматлікіх навукова-даследчых і праектных арганізацыях у рыначным сучасным. У той жа час, на нашу думку, гэты накірунак з'яўляецца найбольш важным ва ўкараненні новых інфармацыйных тэхналогій і не павінен зазнаваць часовыя кан'юнктурныя ўплывы.

Адной з прычын прыватнага няўдач ва ўкараненні АСКТП з'яўляецца адсутнасць стараннага тэхніка-эканамічнага абгрунтавання выкарыстання сучаснай кіруючай і вылічальнай тэхнікі. Даволі істотнымі з пункту гледжання перспектыўнага развіцця гэтых работ з'яўляюцца не столькі пытанні, дзе, якія і як ствараць АСКТП, колькі дзеля чаго іх трэба ствараць наогул.

Адказны этап пабудовы сістэмы аўтаматычнага кіравання — вызначэнне яе функцыянальных задач. У далейшым ад правільнага вырашэння задач на гэтым этапе залежаць усе тэхнічныя рашэнні і іх эфектыўнасць. Па сутнасці, гэта выбар стратэгіі аўтаматызацыі, накіраванай на атрыманне пэўнага вытворчага выніку.

У цяперашні час прыярытэтнымі задачамі ў сельскагаспадарчай творчасці з'яўляюцца эфектыўнае выкарыстанне кармоў і іншых рэсурсаў, павышэнне прадукцыйнасці жывёл і раслінаў — зніжэнне затрат

ручної працы, атрыманне і захаванне якасці прадукцыі [1, 2]. Уяўляецца цікавым на канкрэтным прыкладзе разгледзець, што можа даць камп'ютэрызацыя кармлення свіней у плане атрымання высокіх тэхніка-эканамічных паказчыкаў у вытворчасці свініны.

Асноўнымі патрабаваннямі, якія павінна задавальняць сістэма кіравання тэхналагічным працэсам кармлення свіней на прамысловых свінакомплексах, з'яўляюцца гібкасць (адаптыўнасць) і надзейнасць. Патрабаванне гібкай перабудовы параметраў сістэмы кіравання абумоўлена спецыфікай біятэхнічнага паходжання аб'екта. Параметры сістэмы кіравання змяняюцца з узростам і колькасцю жывёл, іх фізічным станам, г. зн. неабходна мець магчымасць без вялікіх затрат працы і часу іх карэктаваць. Лагічным вынікам гэтага патрабавання з'яўляецца выкарыстанне мікрапрацэсарнай тэхнікі, якая дае магчымасць перапраграмаваць памяць прылады і тым самым аператыўна змяняць параметры тэхналагічнага працэсу.

Расходы на кармы складаюць больш за 60% ад сабекошту вытворчасці свініны [2]. З гэтай прычыны пытанню рацыянальнага выкарыстання кармоў неабходна надаваць вялікую ўвагу. Гэта праблема мае шмат аспектаў, аднак тут мы спынімся толькі на задачы дазіраванага кармлення пагалоў на прамысловым свінакомплексе на аснове поўнарацыённага камбікармоў.

Нашы разлікі грунтуюцца на выніках, атрыманых жывёлаводамі. Сутнасць іх у наступным: пры перавышэнні дозы корму адносна намінальнай на 15% прырост прадукцыі складае 10%, а пры змяншэнні дозы корму адносна намінальнай на 15% змяншэнне прадукцыі складае 11,3% [3]. Пад намінальнай маем на ўвазе дозу, якая закладзена ў тэхналагічныя карты і забяспечвае аптымальны выхад прадукцыі.

Тады залежнасць прыбаўлення ў масе ад дозы корму пададзім у наступным выглядзе:

$$\begin{aligned} \frac{П}{П_n} &= 1 + C_+ \left(\frac{D}{D_n} - 1 \right) \quad \text{пры } D > D_n, \\ \frac{П}{П_n} &= 1 + C_- \left(\frac{D}{D_n} - 1 \right) \quad \text{пры } D < D_n, \end{aligned} \quad (1)$$

дзе D_n і $П_n$, D і $П$ — намінальныя і фактычныя велічыні дозы і прыбаўленняў масы; $C_+ = 0,67$, $C_- = 0,75$ — эмпірычныя каэфіцыенты.

Пры любым тыпе кармлення дозы, якія выдаюцца жывёле, маюць статыстычны характар. З гэтай прычыны, не парушаючы агульнасці, можна выкарыстаць у якасці мадэлі нармальны закон размеркавання імавернасці для затрачаных дозаў

$$p = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(D - \bar{D})^2}{2\sigma^2} \right], \quad (2)$$

дзе \bar{D} і σ — сярэдняя велічыня і сярэднеквадратичнае адхіленне фактычнай дозы.

У выніку ў агульным выглядзе чакаемая велічыня прадукцыйнасці з улікам выказаў (1) і (2) будзе роўнай

$$\begin{aligned} M(П) &= П_n \left[1 + \int_{-\infty}^{D_n} C_- \left(\frac{\bar{D}}{D_n} - 1 \right) \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(D - \bar{D})^2}{2\sigma^2}} \cdot dD + \right. \\ &\quad \left. + \int_{D_n}^{\infty} C_+ \left(\frac{D}{D_n} - 1 \right) \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(D - \bar{D})^2}{2\sigma^2}} dD \right]. \end{aligned} \quad (3)$$

Пасля адпаведных пераўтварэнняў (3) атрымаем наступную формулу:

$$M(\Pi) = \Pi_n \left\{ 1 - (K_v/2\pi) \exp[-(\alpha_n - 1)/2K_v^2] (C_- - C_+) + \right. \\ \left. + (1 - \alpha_n) \left[(C_+ - C_-) \Phi \left(\frac{\alpha_n - 1}{K_v} \right) + C_- \right] \right\}, \quad (4)$$

дзе $\alpha_n = D_n/\bar{D}$ — суадносіны намінальнай дозы і сярэдняй велічыні фактычна выдадзенай дозы; $K_v = \sigma/\bar{D}$ — каэфіцыент варыяцыі для фактычна затрачаных дозаў; $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp(-x^2) dx$ — інтэграл імавернасцяў.

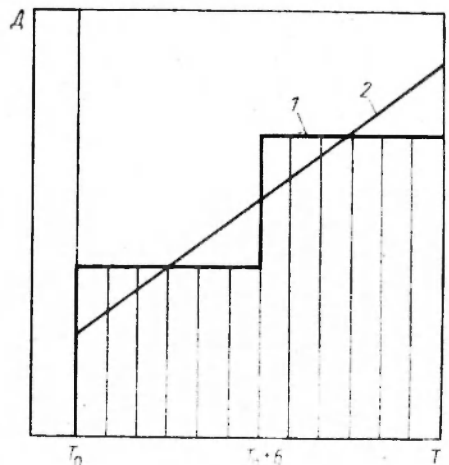
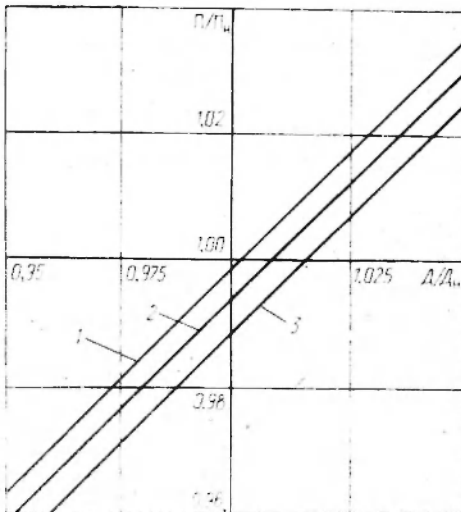
Калі лічыць $C_+ = 0$, г. зн. што дозы, якія перавышаюць намінальныя, не даюць павышэння прадукцыйнасці і з'яўляюцца стратнымі, то выраз (4) супадае з вынікамі работы [4]. Аднак такое меркаванне з'яўляецца дастаткова некарэктным, што можа прывесці да значнага скажэння вынікаў.

Аналіз формулы (4) паказвае, што, нават калі сярэдняя велічыня фактычна выдадзеных дозаў супадае з намінальнай, г. зн. $\alpha_n = 1$, назіраецца змяншэнне прадукцыйнасці з прычыны флуктуацый затрачаных дозаў

$$M(\Pi) = \Pi_n \left[1 - \frac{K_v}{\sqrt{2\pi}} (C_- - C_+) \right].$$

З дапамогай ПЭВМ на аснове (4) пабудаваны графік (мал. 1), які спалучае прадукцыйнасць жывёл з параметрамі кармлення.

У якасці прыкладу вызначым страты з прычыны зніжэння прадукцыйнасці пры наступных параметрах кармлення: сярэдняя доза мае намінальную велічыню, г. зн. $\alpha_n = 1$; флуктуацыя дозы складае +15% (адпавядае рэжыму ручнога кармлення [3]); сярэдняя маса адной свін-



Мал. 1. Залежнасць прыбаўлення масы свінней ад параметраў дазіраванага кармлення: 1, 2, 3 — залежнасці для велічынь каэфіцыента флуктуацый K_v адпаведна 1, 15, 30%

Мал. 2. Залежнасць дозаў кармлення ад узросту жывёл: 1 — традыцыйнае ўзрастанне дозаў кармлення; 2 — фізіялагічная патрэбнасць жывёлы ў кармах

ні пры здаванні — 110 кг. Як паказвае крывая 2 (мал. 1), страты прадукцыйнасці ў гэтым выпадку складаюць 0,52%. Значыць, на кожнай галаве жывёлы за перыяд адкорму мы страчваем 0,36 кг прыбаўлення масы, або пры гадавай прадукцыйнасці 10 000 галоў толькі з прычыны нераўнамернасці выдачы дозы страты складаюць 3,6 т свініны.

Зыходзячы з гэтага, можна вызначыць верхнюю мяжу дадатковых затрат на паляпшэнне сістэмы кармлення

$$\Pi_{\text{л}} = \frac{K_{\text{г}} \mathcal{E}_{\text{г.э}}}{\lambda (a + E)},$$

дзе $K_{\text{г}}=0,5$ — каэфіцыент гарантый спажыўца; $\mathcal{E}_{\text{г.э}}$ — гадавы эканамічны эффект ад новаўвядзення; $\lambda=1,2$ — каэфіцыент пераводу цаны ў яе балансавую вартасць; $a=0,14$ — каэфіцыент адлічэнняў на амартызацыю сістэмы аховы; $E=0,12$ — нарматыўны каэфіцыент эфектыўнасці капітальных укладанняў.

Улічваючы, што $\mathcal{E}_{\text{г.э}}=0,36 N \Pi_{\text{е}}$, дзе N — колькасць свіней, якіх ахоплівае сістэма; $\Pi_{\text{е}}$ — кошт 1 кг свініны, атрымаем $\Pi_{\text{л}}=0,58 N \Pi_{\text{е}}$, і для $N=10\,000$ галоў, $\Pi_{\text{е}}=1700$ руб/кг дадатковыя затраты на зніжэнне флуктуацый дозы могуць складаць 9 860 000 руб. (у цэнах па стане на верасень 1993 г.).

Прынятая пры адкорме свіней тэхналогія мае на ўвазе павелічэнне дозаў кармлення праз кожныя 6 дзён, г. зн. перадазіроўка здзяйсняецца дыскрэтна. Камп'ютэрызацыя кармлення дае магчымасць паслядоўна рабіць штодзённую перадазіроўку корму ў адпаведнасці з няспынным ростам масы жывёл. На падставе папярэдніх вынікаў можна ацаніць выйгрыш у павышэнні прадукцыйнасці свіней пры пераходзе ад шасцідзённай да штодзённай перадазіроўкі корму.

Будзем лічыць, што першыя тры дні назіраецца перакорм, а наступныя тры дні — недакорм жывёл (мал. 2).

Для атрымання залежнасці 2 (мал. 2) мы зрабілі лінейную апраксімацыю тэхналагічных нормаў з праграмы кармлення (кр. 1, мал. 2) і атрымалі наступны выраз:

$$D = 2,2 + 0,026T, \quad (5)$$

дзе D — штодзённая патрэбнасць у вадкім корме свінагалавы на адкорме, л; T — працягласць адкорму, дзён; 2,2 і 0,026 — каэфіцыенты апраксімацыі.

Страты ў прадукцыйнасці разлічваем наступным чынам. Будзем лічыць, што пры традыцыйным кармленні доза складае

$$\bar{D} = \frac{\sum_{T=T_0}^{T=T_0+6} (2,2 + 0,026T)}{6}. \quad (6)$$

Тады пры штодзённай перадазіроўцы

$$\alpha_{\text{н}} = \frac{2,2 + 0,026T - \bar{D}}{\bar{D}}. \quad (7)$$

Падстаноўка велічыняў (7) у выраз (4) з улікам зададзенага каэфіцыента варыяцый дае магчымасць вызначыць штодзённы адхіленні прадукцыйнасці (табліца).

Масу адной свінагалавы ў залежнасці ад дня адкорму пададзім у наступным выглядзе:

$$m = m_0 + aT_{\text{адк}} + a \sum_{i=0}^{120} \left(\frac{\Pi}{\Pi_{\text{н}}} - i \right)_i,$$

дзе m_0 — маса жывёлы перад пачаткам адкорму; $T_{адк}$ — дзень адкорму (ад 0 да 120); $\epsilon_i = (П/П_n - 1)_i$ — адхіленне прыросту масы ад намінальнай велічыні з прычыны парушэння рэжыму кармлення; a — намінальнае сярэднясутачнае прыбаўленне масы.

Тады страты пры перадазіроўцы адзін раз за шэсць дзён складуць

$$\Delta П = 20 \cdot a \cdot \sum_{i=1}^6 \epsilon_i.$$

Для каэфіцыентаў флуктуацый 3, 15 і 30% яны будуць адпаведна 0,1, 0,36 і 0,6 кг.

Разліковыя адхіленні прыбаўленняў масы ад намінальных пры кармленні сярэдняй дозай на працягу шасцідзённага цыкла

Дзень шасці- дзённага цыкла	Каэфіцыент	Адхіленні прыбаўленняў масы ад намінальных, %		
		$K_v=0,03$	$K_v=0,15$	$K_v=0,3$
1	0,97	1,98	1,60	1,09
2	0,982	1,16	0,76	0,24
3	0,994	0,32	-0,09	-0,61
4	1,006	-0,53	-0,94	-1,46
5	1,018	-1,40	-1,80	-2,32
6	1,03	-2,28	-2,66	-3,17

Абагульняючы папярэднія вынікі, можна зрабіць вывад пра высокую эфектыўнасць выкарыстання мікрапрацэсарнай тэхнікі для кіравання працэсамі кармлення сельскагаспадарчых жывёл. З дапамогай мікрапрацэсарных кантролераў і ПЭВМ можна не толькі дасягнуць прынцыпова новых параметраў кармлення, але і павысіць надзейнасць кіравання, спрасіць і зрабіць больш таннымі праектныя, пусканаладачныя работы пры замене традыцыйных рэлейных схем аўтаматыкі. Пра гэта сведчыць працяглы вопыт эксплуатацыі мікрапрацэсарных сістэм кіравання працэсам прыгатавання і раздачы вадкіх кармоў на свінакомплексах «Белая Русь» Мінскай вобласці [5]. Праведзеныя даследаванні сведчаць пра эфектыўнасць камп'ютэрызацыі і малых свінафермаў з гадавым адкормам звыш 1000 галоў.

Поспех укаранення сучасных мікрапрацэсарных сістэм кіравання залежыць ад узаемадзеяння заказчыка і выканаўцы, пакупніка і прадаўца. Усталюванне моцных, доўгатэрміновых адносін з пастаўшчыкамі АСК мае вялікае падабенства да ўсталювання любых адносін: вельмі важна пры гэтым, каб абодва бакі прыйшлі да агульнага і прымальнага ўзроўню ўзаемных чаканняў. Пакупнік павінен задаць тон сапраўды гарманічным адносінам. Галоўная адказнасць за ўсталюванне ўзаемаразумення ляжыць на заказчыку-эксплуатацыйніку. Каб дзейнічаць эфектыўна, ён павінен вывучыць сваю прыкладную галіну, знайсці яе вузкія месцы, старанна прааналізаваць яе патрабаванні, разумець, які эканамічны эффект можа быць атрыманы за кошт укаранення сучаснай сістэмы аўтаматызаванага кіравання. Пакупнік павінен усведамляць, што плата за сістэму кіравання тэхналагічнымі працэсамі і яе паспяховае функцыяніраванне складаецца з дзвюх частак. Першая частка — гэта аднаразовая плата, або першы ўзнос, які ўлічвае затраты на ўвядзенне сістэмы ў прамысловую эксплуатацыю. Другую частку платы складаюць штогадовыя ўзносы за суправаджэнне, аўтарскі нагляд і тэхнічнае абслугоўванне сістэмы, якія звычайна складаюць 8—15% ад першапачатковай сумы.

Перавага штогадовага абслугоўвання ўключае, як правіла, аперацыйную ліквідацыю адмаўленняў складанай электроннай тэхнікі, маг-

чымасць атрымання новых версій праграмнага забеспячэння, свежай дакументацыі, навучання новага абслугоўваючага персаналу. Штогадовы ўзнос звычайна абавязковы і дастаткова вялікі, з прычыны чаго карыстальнікам трэба паклапаціцца пра дастатковую адачу ад укладзеных грошай. Неабходна выразна вызначыць час прыбыцця персаналу пастаўшчыка, калі кансультацыі па тэлефоне не даюць магчымасці ўхіліць цяжасці, якія сустраляюцца ў рабоце з сістэмай. І, нарэшце, апошня перасцярога заказчыку: не захапляйцеся гандлярствам. Добры кантракт выгадны для абодвух бакоў. Продаж без выгады ў рэшце рэшт прывядзе да поўнай страты інтарэсу ў пастаўшчыка да падтрымкі функцыяніравання сістэмы і ў выніку не дасць задавальнення і пакупніку.

Summary

The necessity of technical and economic grounds and definitions of functional tasks in livestock production computerization is emphasized.

The efficiency of introduction of automated control system of technological processes in pig-breeding is based on pig rationed feeding at industrial pig complexes.

Літаратура

1. Мусин А. М. // Техника в сельском хозяйстве. 1989. № 1. С. 19.
2. Радисон Д. // Международный агропромышленный журнал. 1991. № 3. С. 37—41.
3. Мороз Ю. А., Ширшова В. В. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1990. № 4. С. 31—32.
4. Мусин А. М. // Техника в сельском хозяйстве. 1991. № 2. С. 15—16.
5. Гируцкий И. И., Досин В. С., Барон В. Е. и др. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1991. № 7. С. 12—13.