

*Texnika üzrə fəlsəfə doktoru A.F.Həsənov
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti*

Açar sözlər: *kənd təsərrüfatı, maşın-traktor aqrəqatı, vektor, dinamiki sistem, meyar, model, məhdudiyət, qeyri-xətti, optimallaşdırma.*

Kənd təsərrüfatında texnoloji əməliyyatı yerinə yetirən maşın-traktor aqrəqatı (MTA) müxtəlif dinamiki xarakterli təsirlərə məruz qalır, bu isə texnoloji prosesin keyfiyyətinə, eləcə də enerji göstəricilərinə, məhsuldarlığına və yanacaq sərfiyyatına təsir göstərir. MTA-nın işinin kompleks qiymətləndirilməsinin bir sıra meyarlardan asılı olduğunu nəzərə alsaq, kənd təsərrüfatı maşınının düzgün istismarı ilə şəraitə uyğunlaşdırılması çox meyarlı optimallaşdırma məsələsini tələb edir. Optimallaşdırma prinsiplərinin nəticələrinə əsasən ən gərgin vəziyyətlərdə sistemin adaptasiya tələbləri ödənilir. Sabit istismar şəraitində işçi prosesin yerinə yetirilməsi zamanı optimallaşdırma istehsal sahələrində, minimal itkiərin olmasını və bitkiçilik məhsullarının istehsalı üzrə səmərəli idarəetmə nəticələrin hədəflənməsini təmin

edir. Bəzən böyük təcrübəli məsələləri klassik metodlarla həll etmək mümkün olmur [1]. Bu əsasən məsələnin həllinə çətinlik yaradan aşağıdakı çox saylı səbəblərin olmasıdır: obyektinin vəziyyətini xarakterizə edən böyük ölçülü real vektor, qeyri-xətti asılılıq göstəricilərinin əhəmiyyəti hansı ki, qeyri xətti; obyektin koordinant fazaları və tələblərə uyğun koordinantların idarə olunması, əhəmiyyətli sayda məhdudiyətlər; bir çox yerli ekstremumların olması və qeyri-müəyyən parametrlərə malik kompromis rejim vəziyyətlərinin mövcudluğu.

Kənd təsərrüfatı maşınlarının və MTA-nın işinin asanlaşdırılmasında adekvat tənliklərdən ibarət olan P – modelindən istifadə olunması məqsədə uyğundur. Diferensial tənliklər vektor formasında təşkil olunur [2,7,8].

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = f(t, \vec{x}, A), \vec{x}(t_0) = \vec{x}_0 \quad (1)$$

burada : \vec{x} – dinamiki sistemin vəziyyətinin m- ölçülü vektoru;

A – layihələndirilən dinamiki sistemin konstruktiv parametrlərinin

n – ölçülü vektoru;

f- aktiv- dinamiki sistemin ümumiləşdirilmiş qüvvəsinin vektor funksiyası;

t - kənd təsərrüfatı maşınının (KTM) iş vaxtıdır .

Kənd təsərrüfatı maşınlarının və MTA-nın müəyyən olunan mümkün işinin vaxt intervalı $t \in [0, H]$ nəzərə alınır, onda $t_0=0$. $I_j \quad j = \overline{1, r}$ sisteminin dinamiki sistemin işinin səmərəliliyini qiymətləndirən fərdi meyarların təşkil ediciləri aşağıdakı funksional formada ifadə edilir [2,3,4].

$$I_j = q_j[x(H, A), ZH] + \int_0^H \varphi_j(t, x, A) dt \quad (2)$$

Hər fərdi meyar üçün verilən buraxıla bilən ölçü aralığı aşağıdakı kimi ifadə olunur.

$$0 \leq I_j \leq I_{jm}, \quad j = \overline{1, r} \quad (3)$$

burada : I_{jm} - ayrılıqda meyarların buraxıla bilən ölçü aralığıdır.

Verilən q_j və φ_j funksiyaları (2) x və A- nın fasiləsiz funksional olaraq fərdi törəmələridir.

Fərdi (3) meyarlar üçün təşkil edicilərin r- ölçülü vektor meyarları $I = (I_1, I_2, \dots, I_r)$ kimi ifadə olunur. Dəyişmə sahəsi vektor meyarların sərhədlərini müəyyən edir. Hər bir təşkil edici I_j vektor meyarı funksional təsvir olunur (2), KTM-nin konkret A sabit ölçü vektor göstəricisi və diferensial vektoru tənliklərin həlli ilə müəyyən olunur.

Dinamiki sistemin bir çox meyarlarda optimallaşdırılması, bu optimal ölçü parametrlərinin vektorun axtarılmasıdır, bununla da minimum vektor meyarları $A^0 = (a_1^0, a_2^0, \dots, a_r^0)$ təmin olunur, bu da vektor meyarlarının azaldılması $I = (I_1, I_2, \dots, I_r)$ məhdudiyətlərinin yerinə yetirilməsinə imkan verir (3).

Vektor meyarlarının təşkil edicilərinin xətti, formada azaldılması verilən vektorun optimallaşdırılmasını çətinləşdirir, buna görə də daimilik əmsalı ilə xarakterizə olunur.

$$I = \sum_{j=1}^r \alpha_j I_j \quad (4)$$

burada: $\alpha_j > 0, \sum_{j=1}^r \alpha_j = 1$

Xətti asılılığın (4) tətbiqi halında fərdi meyarlarda (2) ağırlıq əmsalının $\alpha_j, j = \overline{1, r}$ seçilməsi problemi yaranır. [5].

(4) düsturunun minimallaşdırılmasında əsas məqsəd fərdi meyarlar üzrə məhdudiyətlərin öyrənilməsidir. Nəticədə seçilmiş $\alpha_j, j = \overline{1, r}$ üçün A^0 vektorunun optimal göstəricisinin qiyməti üçün müəyyən bir fərdi kriteriya, buraxıla bilən sərhədləri verə bilər. Məhdudiyətlərin hesablanması metodları (3) optimallaşdırmanın xətti düsturunu (4) məsələnin

$$I(A) = \sum_{j=1}^r \frac{1}{\left[1 - \frac{I_j(A)}{I_{jm}}\right]} \quad (5)$$

Qeyri-xətti kompromislər sxemi (5) üzrə skalyar konvensiya məhdudiyətlərinin (3) yerinə yetirilməsinə zəmanət verir, çünki, fərdi meyarlardan I_j hər hansı birinə yaxınlaşması halında I_{jm} -in buraxıla bilən qiymətinin yuxarı sərhəddinin iufadəsi (5) Çe-bişevskinin (minimaks operatoruna) bu fərdi meyara

$$I(A) = \sum_{j=1}^r \frac{\alpha_j}{\left[1 - \frac{I_j(A)}{I_{jmax}}\right]^{G_j}} \quad (6)$$

Burada G_j - fərdi meyar funksiyasının göstəricilərinin qiymətləndirmə dərəcəsini ifadə etməklə onun həllini əks etdirir, Pareto şəbəkəsinə aiddir.

Verilmiş $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_r)$ vektorlarını prioritet fərdi meyarlarını Pareto –optimal həllər çoxluğunda hər hansı bir nöqtə kimi əlavə etmək olar. Fərdi prioritet meyarlar haqqında heç bir məlumat olmadıqda skalyar konvensiyadan istifadə etmək məqsədə uyğun olardı (5). Bu məhdudiyətlərin yerinə yetirilməsinə zəmanət verir (3), funksional qeyri mütənəsibliyin və prioritet vektor [5,9] seçilməsi

$$X(k+1, A) = \frac{H}{k+1} F [T(k), X(k), A], X(0) = x_0 \quad (7)$$

burada: F, f funksiyasının orjinal görünüşünü ifadə edir.

Arqumentlərin tam qiymətləri ardıcıl olaraq təyin olunur, $k = 0, 1, 2, \dots$ təkrarlanan ifadə (7) ilk şərtlərdən $X(0)=X_0$, bir $X(k, a)$ -ni təyin edirik. Əks çevrilmələr imkan verir ki, $t = H$ üçün tənliklər həllindən (1) ərazi göstəriciləri təyin olunsun.

$$X(H, A) = \sum_{k=0}^{\infty} X(k, A) \quad (8)$$

P- formalı funksiyalara əsasən (2) A vektor funksiyasından KTM və MTA-nın dinamik rejim parametrləri əldə edilir.

$$I_j(A) = q_j [X(H, A), H] + H \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\Phi_j [T(k), X(k), A]}{k+1}, \quad j = \overline{1, r} \quad (9)$$

burada Φ_j, φ_j - funksiyanın əsas görünüşünü ifadə edir.

$X(H, A)$ - (8) ifadəsi ilə təyin olunur.

Qeyri-xətti kompromislər sxemində skalyar funksiya (5) yaxud (6) da fərdi meyarlar azalır. Nəticədə KTM-nin konstruktiv göstəricilərinin A vektorundan asılı olaraq (6) yaxud (5) formalı bir çox dəyişən funksiyaların optimallaşdırılmasını azaldır.

həllində əhəmiyyətli dərəcədə çətinləşdirir və praktiki olaraq tətbiq olunmur. Qeyri-xətti kompromislər sxemi üzrə məlum fərdi [2,6] meyarların skalyar konvensiya metodu zəmanət verici məhdudiyətlərin (3) yerinə yetirilməsini təmin edir. Bu metoda görə, vektorların dinamik optimallaşdırılması məsələsi (KTM)-nin tərkibində olan inteqral skalyar meyarı [2] minimuma endirir, və məqsədə uyğun olaraq (1) –lə differensial əlaqəsi olur.

təsirini həyata keçirir. Bu işləmələrdə [3] müəyyən olunmuşdur ki, qeyri-xətti kompromislər sxemində skalyar konvensiya məhdudiyətləri daxilində bir minimum alınır (3). Qeyri-xətti kompromislər sxemi lazımı daha ümumi olaraq aşağıdakı kimi ifadə edilə bilər:

problemini həll etməyi tələb etmir. Diferensial əlaqələr (1) üçün skalyar meyarı (5) minimuma endirmək problemini EHM-də həll edərkən əhəmiyyətli miqdarda hesablama tələb edir.

KTM və MTA-nın dinamik rejimlərinin çox meyarlı optimallaşdırılması probleminin həlli çox sadələşdirilə bilər. Bu məqsədlə son bərabərlik sisteminin həllini azaltmaq üçün P- formalı [7,8] modelin tətbiq olunmasını təklif edirik. Nəticədə görüntü sahəsində təkrar bir ifadə şəkliində tənliklərin ruyazi modelini (1) əldə edirik.

KTM-nin adaptasiya olunan optimal konstruktiv parametrləri, A^0 vektorunun məlum olmayan komponentlərinin təyin olunması üçün sonlu tənliklər sistemi $I(A)$ funksiyası lazımı optimalıq şərtinə uyğun (6) formasından alınır.

$$\frac{\partial I(A)}{\partial \alpha_i} = 0, \quad i = \overline{1, n} \quad (10)$$

КТМ-нүн optimal konstruktiv parametrlərini $A^0 = (\alpha_1^0, \alpha_2^0, \dots, \alpha_n^0)$ təyin etmək üçün əgər skalyar konvensiya (6) tətbiq etsək son tənliklər sistemi aşağıdakı şərtlərlə təyin olunur.

$$\frac{\partial I(A)}{\partial \alpha_1} = 0, \quad i = \overline{1, n} \quad (11)$$

Son tənliklər (10) yaxud (11) sistemin çox saylı həli üsulları riyazi sistemlərin tətbiqi və proqram təminatına əsasən istənilən müasir EHM-da hesablanı bilər.

Qeyri-xətti kompromislər sxemində skalyar funksiyanın tətbiqi və P formalı riyazi modellə kənd təsərrüfatı aqreqatlarının dinamikliyinin çox meyarlı son tənliklər sistemi ilə optimallaşdırılması məsələsini (təcrübədə 5-7 dəfə) asanlaşdırır, dinamik sistemə layihələndirilmə ($\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_n$) göstəriciləri, ölçüsü seçilmiş konstruksiyanın vektor ölçüsünə bərabər olur.

Təklif olunan metod analitik yaxud ədədi-analitik formada tətbiq oluna bilər. P- formalı modelin dəqiq əməliyyat metodu olduğu üçün çox meyarlı

optimallaşdırma məsələsinin analitik həli onun dəqiq həllini əldə etməyə imkan verir.

Əgər səmərəli meyar vektoru təmin edildikdən sonra КТМ-нүн adaptasiyası nizamlayıcı $U=U^*(t)$ ilə ən güclü təsirlərdə operativ idarəetmə nəticəsində zamanət vericilik təmin olunur. Əlverişli olduqda, sərf olunan resursların miqdarının azaldılması səbəbindən səmərəlilik daha yüksək olacaqdır. КТМ-нүн adaptasiyasının həyata keçirilməsinin həlli daxili xüsusiyyətləri və xarici təsirləri nəzərəalaraq ümumiləşdirilmiş variyasiya məsələsinin həllini həyata keçirir. КТМ-нүн adaptasiyasının təklif olunan üsula uyğun olaraq həlli, eyni zamanda funksional keyfiyyətli, habelə enerji və resursqoruyuculuğu təmin edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Чураков, Е.П. Оптимальные и адаптивные системы / М.: Энергоатомиздат, 1987. – 256 с.
2. Воронин А.Н. Багатокритеріальний синтез динамічних систем / Киев: Наук. думка, 1992. – 160 с.
3. Векторная оптимизация динамических систем / А.Н. Воронин [и др.]. – К.: Техника, 1999. – 284 с.
4. Булычев, Ю.Т. Системный подход к моделированию сложных динамических систем в задачах оптимизации с прогнозирующей моделью / Ю.Т. Булычев, И.В. Бурлай // Аи Т. – 1996. – № 3. – С. 34–45.
5. Ловейкин, В.С. Методы математического моделирования в формировании обобщенных критериев определения режимов движения и оценки механизмов, машин, роботов-манипуляторов / В.С. Ловейкин, Ю.В. Човнюк // Механизация сельскогосподарського виробництва: зб. наук. праць Нац. аграр. ун-ту. – К.: НАУ, 2000. – Т. VIII. – С. 33–40.
6. Кравчук, В.И. Теоретический основы адаптации сельскогосподарських машин / – К: НАУ, 2005 – 208 с.
7. Пухов, Г.Е. Дифференциальные преобразования функций и уравнений / – К: Наук.думка, 1980. – 419 с.
8. Пухов, Г.Е. Приближенные методы математического моделирования, основанные на применении дифференциальных Т-преобразований /– Киев: Наук. думка, 1988. – 216 с.
9. Ловейкин, В.С. Оптимизация режима движения манипуляционных систем-роботов по комплексному критерию / Вестник машиностроения.– 1988. – № 2.

УДК 631.3

Теоретическое исследование оптимизации работы машинно-тракторного агрегата

Доктор философии по технике А.Гасанов

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет

РЕЗЮМЕ

Ключевые слова: сельское хозяйство, машинно-тракторный агрегат, вектор, динамическая система, критерий, модель, ограничение, нелинейность, оптимизация.

В статье проведено теоретическое исследование оптимизации работы машинно-тракторного агрегата. Учитывая, что комплексная оценка работы МТА зависит от ряда критериев, адаптация

сельскохозяйственной техники к условиям требует многокритериальной оптимизации. Оптимизация при выполнении рабочего процесса в условиях стабильной эксплуатации обеспечивает минимальные потери и как цель, эффективные результаты управления производством продукции растениеводства в условиях производства. Для облегчения работы сельскохозяйственных машин и МТА рекомендуется использовать Р-модель, состоящую из адекватных уравнений. Оптимизация динамических систем по многим критериям заключается в поиске вектора с этими оптимальными параметрами. Методы расчета ограничений существенно затрудняют решение и практическое применение линейной оптимизации. Метод скалярной конвенции отдельных критериев нелинейной компромиссной схемы обеспечивает соблюдение гарантированных пределов. Предложенный метод может быть применен в аналитической или численно-аналитической форме.

The theoretical study of the optimization of machine-tractor unit

*PhD Engineering A. Hasanov
Azerbaijan State Agrarian University*

SUMMARY

Keywords: *agriculture, machine-tractor unit, vector, dynamic system, criterion, model, restriction, nonlinearity, optimization.*

The article presents a theoretical study of the optimization of the machine-tractor unit. Given that the comprehensive evaluation of the MTA depends on a number of criteria, the adaptation of agricultural machinery to the conditions requires multi-criteria optimization. Optimization in the performance of the working process in a stable operation provides minimal losses and as a goal, effective results of management of crop production in production conditions. To facilitate the operation of agricultural machines and MTA, it is recommended to use a P-model consisting of adequate equations. Optimization of dynamic systems by many criteria is to find a vector with these optimal parameters. Methods of calculation of constraints significantly complicate the solution and practical application of linear optimization. Method is a scalar of the convention the individual criteria of the nonlinear compromise scheme ensures compliance with the guaranteed limits. The proposed method can be applied in analytical or numerical-analytical form.