кацию и прогнозирование, обрабатывая несколько «четверок» экспериментальных данных с различными интервалами времени. Данный

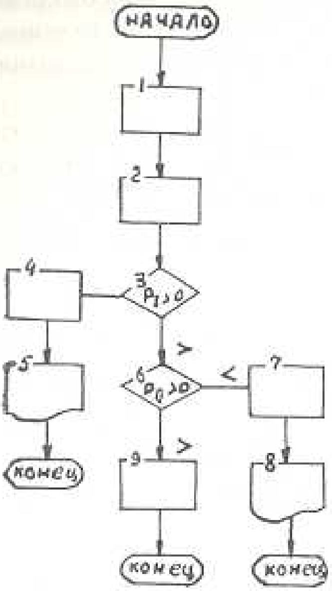

Рис. 1. Блок-схема алгоритма диагностики: 1 — ввод информации от штатного термоконтроля; 2 — прогностический расчет; 3 — сравнение параметров прогностического расчета с аварийными уставками; 4, 5 — подготовка и выдача рекомендаций при превышении аварийных уставок; 6 — сравнение параметров прогностического расчета с предупредительными уставками; 7, 8 — подготовка и выдача рекомендаций при превышении предупредительных уставок; 9 — сигнализация о работе без ограничений.

прогноз позволяет предвидеть возможные превышения аварийных уставок температуры задолго до их реального появления.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Постников И. М.* Проектирование электрических машин.—Киев.: Гос. изд. техн. лит. УССР, 1960.—911 с.

ЕрПИ им. К. Маркса

10. 11. 1987

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLII, № 4, 1989, с. 180—185

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 658.5:62—229:006.065

Б. Е. САФАРОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМАТИВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ

На основе разработки математической модели процесса обеспечения технических средств АСУ запасными частями получены графические зависимости в виде номограмм, с помощью которых возможно определять оптимальный норматив запаса регионального склада. Модель отвечает условию достижения максимума величины коэффициента обеспеченности запасными частями при ограничении на стоимость норматива запаса. Предлагаемые номограммы справедливы для трех стратегий пополнения запаса. Определение норматива запаса производится путем графической реализации обобщенного метода множителей Лагранжа.

Ил. 1. Библиогр.: 5 назв.

Ավտոմատացված կառավարման համակարգերի տեխնիկական միջոցները պահեստամասերով ապահովելու պրոցեսի մաթեմատիկական մոդելի մշակման հիմքի վրա ստացվել են նոմոգրամներ, որոնց օգնությամբ հնարավոր է որոշել շրջանային պահեստի նպատակահարմար նորմատիվի պաշարը։ Մոդելը համապատասխանում է պահեստամասերի ապահովման գործակցի առավելագույն արժեքին հասնելու պայմանին, երբ սահմանափակված է պաշարի նորմատիվի արժեքը։ Առաջարկվող նոմոգրամները համապատասխանում են պաշարի լրացման երկու տեսակի ստրատեգիաների համար։ Պաշարի նորմատիվի սահմանումը դյուրին է բերում Լագրանժի բազմապատկիչների ընդհանրացված մեթոդի գրաֆիկական իրագործմամբ։

Качество и эффективность функционирования используемых в управлении народным хозяйством страны, его отраслями и предприятиями различного типа АСУ во многом зависят от состояния эксплуатационной надежности их технических средств (ТС). К числу эффективных мер, способствующих повышению эксплуатационной надежности ТС, следует отнести оптимизацию норматива запасных частей, предназначенных для технического обслуживания.

Обычно оптимальное нормирование запасных частей производится на основе экономико-математического моделирования процессов обеспечения ТС АСУ запасными частями, в результате чего проблема сводится к реализации задачи нелинейного целочисленного программирования с ограничениями или без них [1, 2]. Особого интереса заслуживают расчетные методы, основанные на использовании графических зависимостей в виде номограмм, которые позволяют решать различные задачи по оптимизации запасных частей. В работах [3, 4] получены номограммы установления оптимального норматива запасных частей для модели без ограничений. Однако использование этих номограмм может затрудняться из-за отсутствия исходной информации об издержках осуществления экстренных поставок и ущерба от простоя ТС.

В данной работе предлагаются номограммы, соответствующие модели с ограничением, для которой не требуется сведений об указанных издержках. Задача формулируется следующим образом: требуется определить для каждого i-го типа запасных частей ($i = 1, 2, \ldots, n$) оптимальный план целочисленных значений вектора норматива запаса $x_{\text{н}}^0 = |x_{\text{н}1}^0, x_{\text{н}2}^0, \ldots, x_{\text{н}n}^0|$, $x_{\text{н}i}^0 \geq 0$, максимизирующего коэффициент обеспеченности ТС запасными частями

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n} E[x_{\text{уд}i}]}{\sum_{i=1}^{n} \Lambda_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i \Lambda_i}{\Lambda} \tag{1}$$

при заданном ограничении C_3 на стоимость норматива запаса

$$\sum_{i=1}^{n} C_i x_{\text{н}i}^0 \leq C_3. \tag{2}$$

Здесь $E[x_{\text{уд}}]$ — ожидаемое число немедленно удовлетворяемых требований на выдачу запасных частей i-го типа за год; $\Lambda(\Lambda_i)$ — ожидаемое число требований от ТС за год на выдачу всех запасных частей; R_i', C_i — коэффициент обеспеченности запасными частями и стоимость запасной части i-го типа.

В работах [2—4] получены расчетные формулы величины R_i для трех стратегий пополнения запаса регионального склада: 1—периодическое пополнение с экстренными поставками по одной запасной части; 2—непрерывное пополнение с потерями требований и экстренными поставками по одной запасной части; 3—непрерывное пополнение без потерь требований с неограниченной длиной очереди ожидающих требований.

Показано, что для каждой из рассмотренных стратегий при простейшем (пуассоновском) потоке требований и экспоненциальном законе распределения времени ремонта дискретная функция R_i по параметру $x_{нi}$ является монотонно возрастающей и выпуклой.

В некоторых случаях эффективным методом решения данной задачи является обобщенный метод множителей Лагранжа [5], который позволяет свести многопараметрическую задачу к нахождению экстремума функции с n переменными к нахождению экстремумов n функций с одной переменной. Сущность метода сводится к последовательному уточнению величины неопределенного множества Лагранжа θ.

Для этого на основании (1), (2) записывается функция Лагранжа в виде [5]

$$\Phi = \sum_{i=1}^{n} R_i \Lambda_i - \theta \sum_{i=1}^{n} C_i x_{нi} - C. \tag{3}$$

Оптимизация сепарабельной функции (3) эквивалентна нахождению максимумов для n функций

$$\Phi_i = E[x_{уi}] - \theta C_i x_{нi}. \tag{4}$$

Функция (4) по параметру $x_{нi}$ является унимодальной, поскольку $E[x_{уi}]$ есть монотонно возрастающая выпуклая функция для любой из рассматриваемых в данной работе стратегий [2—4].

Условие нахождения оптимальных значений запишем в виде

$$E[x_{уi}]_{x^0_{нi}+1} - E[x_{уi}]_{x^0_{нi}} - \theta C_i < 0,$$

$$E[x_{уi}]_{x^0_{нi}} - E[x_{уi}]_{x^0_{нi}-1} - \theta C_i > 0. \tag{5}$$

Выражение (5) приводится к виду [2—4]:

для стратегии 1 —

$$\overline{P}_{x^0_{нi}-1} \leqslant 1 - \theta C_i t_{нi} \leqslant \overline{P}_{x^0_{нi}}; \tag{6}$$

для стратегии 2 —

$$\frac{1}{\dfrac{P_{x^0_{nl}-1}}{\overline{P}_{x^0_{nl}-1}} - \dfrac{P_{x^0_{nl}}}{\overline{P}_{x^0_{nl}}}} \leqslant \frac{1}{\theta}\,\frac{\Lambda_l}{C_l} \leqslant \frac{1}{\dfrac{P_{x^0_{nl}}}{\overline{P}_{x^0_{nl}}} - \dfrac{P_{x^0_{nl}+1}}{\overline{P}_{x^0_{nl}+1}}}; \tag{7}$$

для стратегии 3 —

$$\overline{P}_{x^0_{nl}-1} \leqslant 1 - \theta C_l t_{pl} \leqslant \overline{P}_{x^0_{nl}}. \tag{8}$$

Здесь

$$\overline{P}_{x^0_{nl}} = \sum_{r=0}^{x^0_{nl}} \frac{a_l^r}{r!} e^{-a_l}, \tag{9}$$

$$P_{x^0_{nl}} = \frac{a_l^{x^0_{nl}}}{x^0_{nl}} e^{-a_l}, \tag{10}$$

$$a_l = \begin{cases} \Lambda_l t_{nl} — \text{для стратегии 1,} \\ \Lambda_l t_{pl} — \text{для стратегии 2 и 3,} \end{cases} \tag{11}$$

t_{nl} (t_{pl}) — период планового пополнения (ремонта) l-го типа запасных частей в долях года.

На основании проводимых выражений на рисунке построены номограммы для трех стратегий пополнения запаса. Для этого задавались значениями x_{nl} и a_l, по которым с помощью табличных значений $P_{x_{nl}}(x_{nl}, a_l)$, $\overline{P}_{x_{nl}}(x_{nl}, a_l)$ и по выражениям (6)—(8) определялась величина $L_l = \theta K_l$, где

$$K_l = \begin{cases} C_l t_{nl} — \text{для стратегии 1,} \\ C_l \Lambda_l — \text{для стратегии 2,} \\ C_l t_{pl} — \text{для стратегии 3.} \end{cases} \tag{12}$$

Каждой стратегии пополнения соответствует свое семейство кривых $L_l(x_{nl}, a_l)$ граничных значений норматива запаса. Кривые делят координатную плоскость на зоны, а каждой зоне соответствует свое значение норматива запаса. Точки, расположенные на кривых, могут быть отнесены к любой из примыкающих к данной кривой зон. Таким образом, зная величины L_l и a_l, определяется величина x^0_{nl}. Величину множителя θ следует подобрать такой, чтобы в результате нахождения оптимального плана норматива запаса удовлетворялось заданное ограничение. Логарифмические шкалы K_l, θ и L_l на рисунке построены таким образом, что дают возможность графически производить умножение на K_l. Определение оптимального норматива запаса производится в следующей последовательности.

1. По значениям C_l, Λ_l, t_{nl} (стратегия 1) и t_{pl} (стратегия 2 и 3) определяются соответствующие точки на шкалах K_l.

2. Отмечается одно произвольное значение множителя θ на шкале θ.

3. Через отмеченные точки шкал K_i и θ проводятся прямые до пересечения со шкалой L_i, через которые проводятся горизонтальные линии.

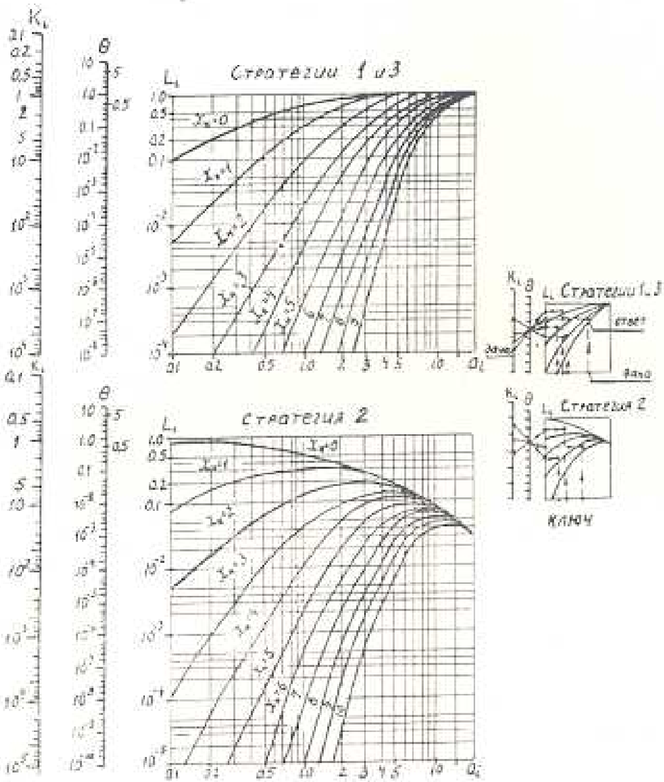

Рис. 1. Номограммы определения оптимального норматива запасных частей для трех стратегий пополнения запаса.

4. По формуле (11) определяются значения a_i, $\forall i$, которые отмечаются на оси абсцисс номограмм и через которые проводятся вертикали.

5. Точки пересечения горизонталей с соответствующими вертикалями указывают оптимальные значения x^0_{ni} при заданном значении θ.

6. По известным x^0_{ni} и $C_i \forall i$ определяют стоимость норматива запаса $C_н$, значение которого сравнивается с $C_з$. В случае $C_н < C_з$ значение θ уменьшается и, наоборот. Новому значению θ соответствует свой норматив запаса.

Путем последовательных итераций находится такое значение θ, которому соответствует удовлетворительное совпадение величин $C_н$ и $C_з$. С помощью этих же номограмм аналогичным образом может решаться обратная задача, в которой считается заданной величина $R_{тр}$ и требуется достичь минимальной стоимости норматива запаса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ушаков И. А.* Задачи оптимального резервирования.—М.: Знание, 1979.—94 с.
2. *Сафаров Б. Е.* Задачи управления запасными частями в централизованной системе технического обслуживания СВТ.—М.: Знание, 1986.—126 с.
3. *Сафаров Б. Е.* Номограммы оптимальных нормативов на запасные части при периодическом пополнении запасов региональных складов // Надежность и контроль качества.—1985.—№ 2.—С. 3—10.
4. *Сафаров Б. Е.* Оптимальное нормирование непрерывно пополняемых запасных частей с помощью номограмм // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1986.—Т. XXXIX, № 5.—С. 30—34.
5. Оптимальные задачи надежности / Сб. пер. под ред. И. А. Ушакова.—М.: Стандарты, 1968.—250 с.

АрмНПО ВТИ 5. VI. 1987

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLII, № 4, 1989, с. 185—189.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 62—50:658.5

В. В. ОВСЕПЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ АСИМПТОТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОРНЕВЫХ ГОДОГРАФОВ ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ МСАР

Предлагается метод исследования асимптотических свойств корневых годографов линейных стационарных многосвязных систем автоматического регулирования (ЛСМСАР) квадратного типа на основании графоаналитического метода разложения алгебраической функции в степенной ряд в окрестности заданной точки с использованием диаграмм «Ньютона-Пюизо». Исследуются асимптотические свойства корневых годографов в зависимости от общего для всех каналов коэффициента усиления обратной связи. Для применения метода необходимо иметь вид характеристического уравнения замкнутой системы.

Ил. 1. Библиогр.: 3 назв.

Առաջարկվում է գծային հաստատուն քառակուսային տիպի բազմակապ ավտոմատ կարգավորման համակարգերի արմատային հոդոգրաֆների ասիմպտոտային հատկությունների ուսումնասիրության մեթոդ, որը հիմնված է Նյուտոն-Պյուիզոյի դիագրամների օգտագործմամբ հանրահաշվական ֆունկցիան տրված կետի շրջակայքում աստիճանային շարքի վերլուծման վրա։ Ուսումնասիրվում են արմատային հոդոգրաֆների ասիմպտոտային հատկությունները՝ կախված հետադարձ կապի բոլոր կապուղիների համար ընդհանուր ուժեղացման գործակցից։ Մեթոդի օգտագործման համար անհրաժեշտ է ունենալ փակ համակարգի բնութագրիչ հավասարման տեսքը։

При исследовании линейных стационарных многосвязных систем автоматического регулирования (ЛСМСАР) методом корневого годографа важно знать асимптотическое поведение этих годографов. Рассматриваются ЛСМСАР квадратного типа, в которых число входов-выходов одинаково и равно m (рис.). Указанный класс систем не охватывает всего многообразия встречающихся на практике МСАР. Однако, используя матричные преобразования, нетрудно привести большинство реально существующих ЛСМСАР к этому виду.