

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РЯДА

Церцвадзе Рамаз

Грузинский Технический Университет

### Резюме

Большинство реальных схем систем управления станочного оборудования имеют релейные аппараты. С избыточным числом как замыкающих, так и размыкающих контактов независимо от видов технологического оборудования. В статье представлен математический модель определения оптимального параметрического ряда. С помощью этой математической модели можно выбрать оптимальный ряд релейных аппаратов, заменяя каждый многоконтактный аппарат несколькими малоcontactными, что создает благоприятные предпосылки для унификации релейных аппаратов и их удешевления.

### 1. Введение

Большинство реальных (монтажных) схем цикловых систем управления станочного оборудования имеют релейные электроаппараты с избыточным числом как замыкающих, так и размыкающих контактов независимо от видов технологического оборудования.

Законы распределения вероятностей для числа замыкающих и размыкающих контактов релейных аппаратов в СЭА, а также корреляционные зависимости между ними, позволяют надеяться, что возможно создать оптимальные параметрические ряды электроаппаратов, применяемых в системах управления цикловым технологическим оборудованием станкоинструментальной промышленности, которые будут обладать минимальной контактной избыточностью в монтажных схемах по сравнению с принципиальными (что важно с точки зрения экономии дефицитных материалов) и в то же время обладать минимальной себестоимостью.

Следует также отметить, что оптимизация принципиальных схем, проводящаяся проектирующими организациями, часто не отвечает тем требованиям [1], которые предъявляются в настоящее время при назначении типоразмеров промышленных изделий. Так, например, влияние фактора массовости производства аппаратов и связанная с ней унификация производящего промышленного оборудования, как правило, не затрагиваются при назначении оптимальных типоразмеров рядов выпускаемых аппаратов. Производство схем и аппаратов УАУ является массовым, причем масштабы их выпуска ежегодно увеличиваются, поэтому, учет вышеупомянутых факторов при определении потребного количества выпускаемых изделий является актуальной необходимостью.

Представляет практический интерес выбирать оптимальный ряд релейных аппаратов, заменяя каждый многоконтактный аппарат несколькими малоcontactными, что создает благоприятные предпосылки для унификации релейных аппаратов и их удешевления. Наконец, можно проводить оптимизацию параметрических рядов, используя одновременно два условия оптимизации: условие массовости и условие унификации за счет замены малоcontactными аппаратами. Постановка и методы решения задач оптимизации параметрических рядов широко освещены в литературе. Однако, объем существующих методов и различие в допущениях, возникающие от специфики поставленных задач, затрудняют их использование, сравнение и проверку полученных результатов оптимизации.

Для оптимизации параметрического ряда необходимо опеределить «функцию спроса», характеризующую потребности в аппаратах с различным числом контактов, определить «функцию затрат», характеризующую связь между аппаратами различного типа и затратами на их изготовление и эксплуатацию, привести исходные данные (т.е. функции «спроса и затрат») к виду, соответствующему алгоритму оптимизации, выбрать наиболее подходящий математический метод и с помощью него найти оптимальный параметрический ряд. Каждый релейный аппарат характеризуется двумя параметрами  $x_i$  и  $y_i$ , где  $x_i$  – число замыкающих, и  $y_i$  – число размыкающих контактов аппарата, причем

$$\begin{aligned} i &= 1, \dots, m; \\ j &= 1, \dots, n; \\ x_1 &< x_2 < \dots < x_i \dots < x_m \\ y_1 &< y_2 \dots < y_j < \dots < y_n \end{aligned}$$

Допускается, что каждый аппарат с параметрами  $x_{ij}$ , может быть использован для удовлетворения спроса в любом аппарате  $x_{ik}$ , где  $x_i \leq x_k$ ,  $y_k \leq y_i$ . Если задана «функция спроса» в виде матрицы  $\|b_{ij}\|$ , где  $b_{ij}$  – потребность в изделии  $x_{ij}$  и функция затрат, определяющая затраты на единицу изделия  $x_{ij}$  то задача оптимизации сводится к определению двухмерного параметрического ряда аппаратов

$$\{x_{i1}y_{j1}; x_{i2}y_{j2}; \dots; x_{in}y_{jn}\}$$

Однако, поиск оптимального двухпараметрического ряда математически сложнее, чем однопараметрического.

Методы определения «функции спроса» можно классифицировать в зависимости от основного принципа её построения, способы учета изменений по времени и по организации работ. В зависимости от основного принципа построения «функции спроса» различают три группы методов:

- 1) обработка статистичеки спроса;
- 2) вычисление её как функции другой функции, определяющей спрос, или путем оптимизации;
- 3) поэтапное резукрупнение.

Обработка статистики спроса может заключаться в составлении уравнений регрессии, в которых функция спроса зависит от параметров, определяющих спрос. Таким параметром может служить общее количество замыкающих и размыкающих контактов в одном аппарате СЭА. В ряде случаев целесообразно «функцию спроса»  $\varphi(x)$  представить через функцию распределения другой переменной  $y$  которая определяет  $\varphi(x)$ .

Иногда «функцию спроса» определяют с помощью поэтапного резукрупнения, а именно, сначала одним из известных способов определяют спрос на всю продукцию, а затем последующим резукрупнением этого спроса для ряда более узких диапазонов внутри некоторого интервала значений параметров получают искомую функцию спроса. Анализ схем, начиная с укрупненного, включающего всю совокупность схем для предприятий, выпускающих различные виды станков и кончая резукрупнением, т.е. анализом по группам однотипного оборудования (токарная, фрезерная группа и т.д.) представляет определение функции спроса.

Следует отметить, что функция спроса может быть определена лишь приближенно ввиду неопределенности множества факторов, от которых она зависит (влияние временных параметров, неучет зависимости самой «функции спроса» от параметров оптимизируемого ряда и т.д.). Поэтому было бы целесообразным для принятия решения по параметрическому ряду не

только определить расчисный оптимальный ряд, но и чувствительность ряда к возможным отклонениям «функции спроса» от расчетного значения. Для этого по данной «функции спроса» определяют оптимальный параметрический ряд  $\{U_i\}$ ,  $i=1,2,\dots,n$ . Затем изменяют «функцию спроса» на величину предполагаемой ошибки её определения и вычисляют новый ряд  $\{U_i\}$ .

Разности членов  $\Delta U_i=U_i-U_{i1}$  и разности суммарных приведенных затрат служат критериями для суждения о целесообразности уточнения функции спроса.

При определении общих затрат на удовлетворение потребностей в продукции в зависимости от специфики данной задачи построения параметрического ряда могут учитываться следующие виды затрат:

- затраты на разработку (проектирование и подготовку производства);
- затраты на изготовление продукции;
- затраты на эксплуатацию продукции в течение всего срока службы, включая и затраты на обращение (учет, хранение, транспортирование);

При определении суммарных приведенных затрат должны полностью или частично учитываться следующие.

- одновременность затрат в указанных выше видах, путем приведения их к одному моменту времени;
- серийность и её влияние на себестоимость продукции, срок эксплуатации продукции, использование природных ресурсов, ущерб окружающей среде.

Суммарные приведенные затраты для параметрического ряда  $z^N=(z_1, z_2,\dots,z_n)$  представляются в виде суммы

$$S = \sum_{z \in z} g_0(z) + \sum_{x \in z} \varphi(x) \cdot g_{z \in z^n}(z, x),$$

где  $x$ -множество типов изделий;

$g_0(z)$  – постоянные затраты (т.е. общие затраты для всех изделий с параметром  $Z$ ), не зависящие от числа изданий (объема продукции) этого типоразмера. В эти затраты включаются затраты на разработку, подготовку производства, часть затрат на производство и эксплуатацию, не зависящие от серийности;

$g_{z \in z^n}(z, x)$  – затраты на удовлетворение единичного спроса и изделия с параметром  $X$ , с помощью унифицированного изделия с параметром  $Z$ , которые пропорциональны объему производства данного типоразмета (переменные затраты).

Задачи оптимизации параметрического ряда состоят в выборе числа членов  $N$ , а также самих членов  $z_1, z_2,\dots,z_n$  при условии достижения функцией  $S$  минимума, причем каждое унифицированное издание с порядковым номером  $i$  может заменять любое издание с меньшим номером с сохранением затрат на издание с номером  $i$ .

#### Литература:

1. Сандлер А.С. Элепривод и автоматизация металлорежущих станков. «Высшая школа», М., 2002.

### ოპტიმალური პარამეტრული რივის განსაზღვრის მათემატიკური მოდელი

რამაზ ცერცვაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

ჩარხმშენებლობის სფეროში არსებულ მართვის სქემებში გამოყენებულ სარელეო აპარატებს აქვს დიდი რაოდენობის ჩამკეტი და გამხსნელი კონტაქტები. ნაშრომში შემუშავებულია ისეთი მათემატიკური მოდელი, რომელიც განსაზღვრავს სარელეო აპარატების ოპტიმალურ პარამეტრულ რიგს, რის შედეგადაც დაიზოგება ძვირადღირებული საკონტაქტო მასალა. ამ მათემატიკური მოდელის გამოყენების შედეგად შესაძლებელია თითოეული მრავალკონტაქტიანი სარელეო აპარატის შეცვლა რამდენიმე მცირეკონტაქტიანი აპარატით, რის შედეგადაც მიიღება გარკვეული ეკონომიკური ეფექტი.

**MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE OPTIMAL  
PARAMETRIC RANGE**

Tsertsvadze Ramaz  
Georgian Technical University

**Summary**

In the engineering management schemes used to relay apparatus and the large number of solvent shutter. The article was selected as a mathematical model that determines the optimal parametric relay apparatus resulting in a reduced set of expensive contact. This may be due to the use of mathematical models for each of the multiple relay superseded by a device that gives us a less certain economic.