

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Ф. А. ГРИГОРЯН, Р. Е. АРУТЮНЯН, Г. Г. БАГДАСАРЯН

ЗАДАЧА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Технический уровень промышленных изделий в настоящее время определяется, в основном, путем экспертных оценок. Одновременно ведутся работы по совершенствованию расчетного метода, в котором исключена экспертная оценка и ожидается относительно большая достоверность результатов.

В настоящей работе уточняются и дополняются исходные положения расчетного метода, сопоставляются разные постановки задачи.

В первом приближении обобщенный технический показатель изделия равен

$$K_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad m > n, \quad (1)$$

где $a_{i1}, \dots, a_{in}$ — известные технические показатели i -го изделия; $x_1, \dots, x_n$ — неизвестные коэффициенты весомости показателей.

Так как K_i неизвестно, то система (1) становится определенной после введения дополнительных условий.

Разные постановки задачи расчетного метода отличаются дополнительными условиями. Первая постановка задачи отличается условием $K_i = 0$. Принимается, что изделия, определяющие систему уравнений (1), имеют равные обобщенные технические показатели. Отметим, что случай, когда все K_i равны, легко приводится к случаю $K_i = 0$ преобразованием системы (1).

Метод стоимостных регрессионных зависимостей, приведенный в [1], можно характеризовать как задачу с условием $K_i = 0$. Здесь $K_i = 0$ неявное, оно приводит к несовместности системы уравнений (1), что исключается определением x , не приравнивающих, а максимально приближающих K_i к нулю. При такой постановке задача решается математическим методом наименьших квадратов [2].

В [3] задача решена при условиях $K_i = 0$, ($K_i = 1$) и $m = n$. В этом случае несовместимость исключена, однако не определены критерии для выборки подсистемы с близкими значениями K_i .

Вторая постановка задачи определяется условием $\lambda = 0$. Равенство нулю собственного значения λ матрицы подсистемы, образованной из системы уравнения (1), является необходимым, но недостаточ-

ным условием равенства K , в подсистеме; такая задача поставлена в [4] и решена в [5].

Сравнительная точность решений при первой и второй постановках выявляется при геометрическом представлении задачи. n -мерная векторная геометрия успешно применена и рекомендована в [2] при обосновании метода наименьших квадратов. Систему уравнений (1) представим в виде:

$$K = A \cdot \bar{X}, \quad (2)$$

где A — матрица элементов a выражения (1); $\bar{X}$ — вектор коэффициентов весомости.

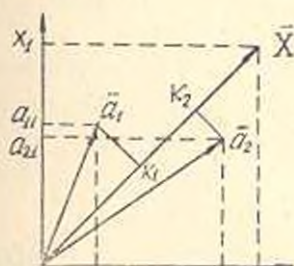


Рис. 1. Векторное представление систем уравнений (1).

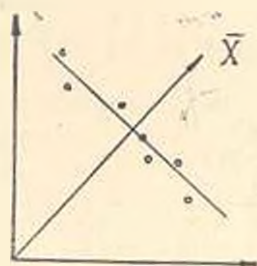


Рис. 2. Решение методом наименьших квадратов.

На рис. 1 приведено геометрическое представление выражения (2) для простого случая. Здесь каждому из векторов $\bar{a}_1$ и $\bar{a}_2$ соответствует одно изделие с показателями a_{11} , a_{12} и a_{21} , a_{22} . Проекции векторов $\bar{a}_1$ и $\bar{a}_2$ на вектор $\bar{X}$ определяют, соответственно, K_1 и K_2 . Проекции $\bar{X}$ на координатные оси определяют x_1 и x_2 . На рис. 2 представлено геометрическое решение, соответствующее методу наименьших квадратов. Точки на рисунке представляют вершины векторов $\bar{a}_i$. Решению соответствует линия (направление вектора $\bar{X}$), проведенная через начало координат перпендикулярно к аппроксимирующей линии, проходящей через множество точек.

На рис. 3 приведен характерный случай получения разных результатов при разных постановках задачи. В рассматриваемом случае точки (концы векторов $\bar{a}_i$) расположены на равностороннем треугольнике. Решение по методу наименьших квадратов неустойчивое и малые отклонения $\bar{a}_i$ приводят к одному из трех совершенно разных решений.

Условие $\lambda = 0$ определяет три решения, соответствующие трем линиям рисунка 3. Так как заранее известны знаки проекции вектора $\bar{X}$, то из полученных решений выделяется искомое.

Третья постановка задачи отличается условием постоянства слагающих K_i . Для изделий равного технического уровня часто может иметь место случай, когда составные части обобщенного показателя технического уровня K_i также являются постоянными. Выделение постоянных слагающих позволяет определить связи вида $a_i = f_i(a_{1i}, a_{2i})$:

$a_i = f_i(a_1, a_4)$, тогда обобщенный технико-экономический показатель можно представить в виде

$$K = \frac{a_1}{f_1(a_3, a_4)} + \frac{a_2}{f_2(a_3, a_4)} \quad (3)$$

Покажем возможность аналитического представления обобщенного показателя технического уровня в отдельных случаях, в частности, когда каждое из устройств образуется добавлением звеньев одного типа. Путем подключения параллельных и последовательных диодов составим

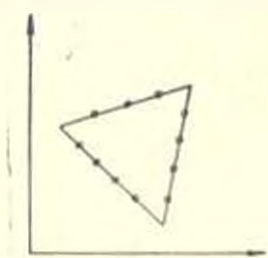


Рис. 3. Решение определением собственного значения матрицы.

«выпрямляющие устройства» разных токов и напряжений. Для выпрямительного устройства введем обозначения: S — стоимость; V — объем; T — надежность; I — ток; U — напряжение.

Здесь U и I — величины, приведенные к одному диоду.

Так как произведение UI определяет количество диодов в устройстве, то:

$$S = x_1 UI; \quad V = x_2 UI; \quad T^{-1} = x_3 UI, \quad (4)$$

где x_1, x_2, x_3 — коэффициенты пропорциональности.

Принимая технический уровень постоянным, обобщенный показатель, согласно выражению (3), представится в виде:

$$K = (x_1^{-1} S + x_2^{-1} V + x_3^{-1} T^{-1}) \frac{1}{UI} \quad (5)$$

Здесь основные технико-экономические показатели приведены к одному показателю мощности, что привело к выделению коэффициентов весомости. Возможность такого решения указана в [6] на примере оценки проектов кораблей. Оценим точности представления функции технического уровня через многомерный ряд.

Проведенный анализ числовых данных одного класса вторичных источников электропитания показал, что связь технико-экономических показателей достаточно точно представляется выражением

$$V = c_1 + (c_2 + c_3 U) I, \quad S = c_4 + (c_5 + c_6 U) I, \quad (6)$$

где $c_1, c_2, \dots, c_6$ — постоянные величины. Тогда, согласно выражению (3):

$$K = \frac{V}{c_1 + (c_2 + c_3 U) I} + \frac{S}{c_4 + (c_5 + c_6 U) I} \quad (7)$$

Выражение (7) весьма приближенно может быть представлен ограниченным рядом в виде системы (1). Расширение ряда, с целью повышения точности представления, приводит к большому числу неизвестных постоянных. В большинстве задач, представляющих практический интерес, в системе (1) m превышает n не более, чем в 2—3 раза, что затрудняет определение большого количества постоянных.

Предварительное выявление постоянных составляющих функции технического уровня позволяет уточнить вид функции и, как следствие, повышать точность расчета. При этом целесообразно отделить показатели, определяющие назначение изделия (выходные токи и напряжения в случае блоков питания) от таких, определяющих необходимые издержки (цены, объем в случае блоков питания). Отношение каждого переменного второй группы к функции от переменных первой группы определяет составную часть обобщенного показателя технического уровня.

ЕРНИИММ

Поступило 10. VIII. 1981

Յ. Հ. ԿՐԻՍՏՅԱՆ, Ի. Ե. ԶԱՐԻՅԱՆՅԱՆ, Փ. Պ. ԲԱԳՅԱՆՅԱՆ

ԱՐԿԻՏՈՆԱՐԵՐԱԿԱՆ ԱՊՐԱՆՔՆԵՐԻ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ԽԱԳԻՐԸ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Դիտարկվում են դրույթներ, որոնք հիմնված են մատրիցայի սեփական արժեքներին և տեխնիկական մակարդակի ցուցանիշի բաղադրիչ մասերի անփոփոխության զնահատման վրա:

Ցույց է արվում այդ դրույթների արդյունավետությունը միայն հայտնի ամենափոքր բառակուսիների մաթեմատիկական մեթոդի հիման վրա խնդրադրման ստացվող արդյունքի նկատմամբ: Լուծման ճշտությունը ղեհատվում է տիպիկ օրինակում՝ խնդիրը դիտարկելով վեկտորային երկրաչափության տեսանկյունով:

Համասեռ և բարդ կառուցվածքով սարքերի համար դուրս են բերված տեխնիկական ցուցանիշների մաթեմատիկական արտահայտությունները:

Ստացված արտահայտությունը ցույց է տալիս, որ դիտարկվող ղեպքում ճշտությունը ավելի բարձր է, քան հայտնի ղեպքում, երբ ֆունկցիան ընդհանուր տեսքով պատկերացվում է որպես մի քանի փոփոխականների սեղանային շարքի անալիզի մոտարկում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Методика оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. М., «Стандарты», 1974, с. 18—20.
2. Кадматорп А. И. К обоснованию метода наименьших квадратов. «Успехи математических наук», т. 1, вып. 1 (11), 1945, с. 57—70.
3. Григорян Ф. А., Дарбинян А. А. Общий критерий для оценки ряда модифицированных устройств на основе технико-экономических статистических показателей. «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, вып. 6, 1969, с. 110—114.
4. Григорян Ф. А. Задача определения качества изделий. ЦАН Арм.ССР, т. LXII, № 3, 1976, с. 129—131.
5. Григорян Ф. А., Амбарян А. Ш. Оценка технико-экономического уровня изделий. «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, вып. 14, 1980, с. 108—112.
6. Крылов А. И. Об оценках, представленных на конкурсе проектов. Собр. соч., т. 1, ч. 1. М.—Л., «Наука», 1951, с. 248.