

Основные характеристики дискретных технологических процессов
массового производства как объектов автоматизации

Ибрагимов Беговот Шералиевич

ҚарМИИ “ТЖАваБ” кафедраси ассистенти

E-mail: bekobod.1988@mail.ru

Фарходов Суннатжон Умар ўгли

ҚарМИИ “ТЖАваБ” кафедраси ассистенти

E-mail: s.farkhodov@mail.ru

Эшқобилов Сирожиддин Бердимуродович

“ТЖАваБ” кафедраси ассистенти

E-mail: se889@inbox.ru

Аннотация

В данной статье изучены факторы, влияющие на качество продукции в производстве, рассмотрены пути их устранения. При оценке качества продукции разработан вопрос обеспечения высокого качества на основе прямой оценки параметров производства, построения алгоритма системы управления. Основной вопрос решен путем корреляционных и регрессионных связей.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 April 2021

Revised form 05 May 2021

Accepted 15 May 2021

Ключевые слова: сдержанный, корреляция, дисперсия, детерминация

Основными технологическими характеристиками дискретного технологического процесса массового производства являются производительность и точность изготовления изделий. Производительность дискретного технологического процесса, характеризуемая числом изделий, выпускаемых в единицу времени, определяет экономические показатели производства: себестоимость готовой продукции, нормативную стоимость обработки, трудоёмкость и др. Современные процессы массового производства характеризуются

высокой производительностью (от 100 до 1000 изделий в минуту).

Процесс управления точною предусматривает следующие операции: выборку изделий из потока, измерение показателя качества готовых изделий, принятие решения о необходимости наладки технологического оборудования (формирования и осуществления управляющего воздействия).

Поскольку точность процесса массового производства предопределяет его технико-экономические показатели, созданию

оптимальных систем управления точностью уделяется основное внимание в технологическом процессе массового производства. Изменение показателя качества изделий при массовом производстве характеризуется серией последовательностей случайных величин $Z_j(n)$ (где n – номер изделий, отсчёт которых ведётся с некоторого момента времени t_0 ; j – показатель качества изделий). Если на изготовление или формирование изделий необходимо время Δt то момент времени $t(n)$, соответствующий изготовлению n -го изделия,

$$t(n) = t_0 + n \Delta t \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (1)$$

Производительность технологического процесса массового производства (изделий в минуту)

$$\Pi = 1 / \Delta t \quad (2)$$

Уравнение для определения показателя качества $j = 1$ можно представить в виде суммы двух некоррелированных последовательностей

$$Z(n) = Z_1(n) + N(n), \quad (3)$$

где $Z_1(n)$ - детерминированная составляющая показателя качества; $N(n)$ - случайная составляющая показателя качества.

Появление детерминированной составляющей в уравнении для определения показателя качества может являться следствием износа активной части машины в процессе массового производства изделий или закономерного изменения технологических параметров процесса, например уровня в бункере от H_{\max} до H_{\min} при условии, что $H_{\max} < H_{\text{уст}}$, где $H_{\text{уст}}$ – установившееся значение уровня, соответствующее определённой высоте вертикального давления сыпучего материала.

Износ активной части машины и изменение уровня в бункере будут характеризоваться определённой

закономерностью изменения усреднённого показателя качества (рис. 1).

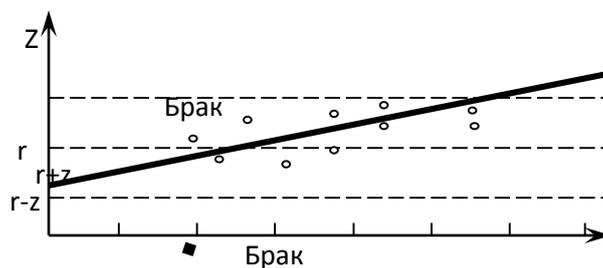


Рис. 1. Результаты измерения показателя качества, содержащего закономерную составляющую.

Пусть номинальное значение показателя качества $Z_{\text{ном}} = r$, а допустимые по техническим условиям отклонения его $r \pm 1$. Изделия считаются годными, если $r - 1 \leq Z < r + 1$. Из рисунка видно, что имеется тенденция к увеличению показателя качества, хотя отдельные его значения носят случайный характер. В данном случае имеет место стохастическая связь между значениями показателя качества последовательно выпущенных изделий. Предположив, что эта связь линейна, можно записать уравнение линейной зависимости показателя качества по времени

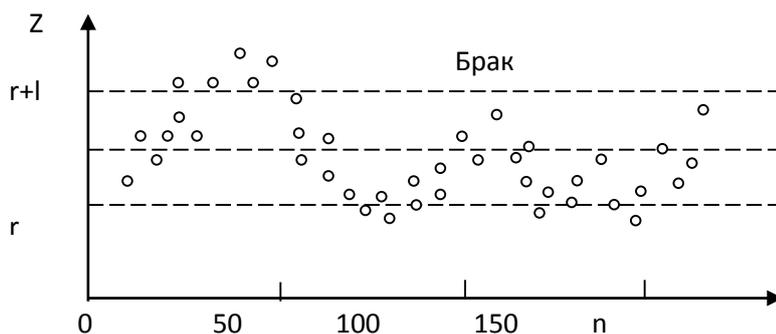
$$Z_1(n) = B_0 + B_1(n), \quad (4)$$

где B_0 и B_1 – коэффициенты уравнения регрессии.

Будем считать, что $N(n)$ – случайная стационарная последовательность с нормальным законом распределения, некоррелированными значениями и нулевым математическим ожиданием, для которой справедливы следующие соотношения:

$$\begin{aligned} M[N(n)] &= 0; \\ M[N^2(n)] &= D_N; \end{aligned} \quad (5)$$

$$R_N = M[N(n)N(n+\theta)] = 0 \quad \text{при } \theta \neq 0,$$



где M – символ математического ожидания; D_N – дисперсия случайной величины N ; R_N – автокорреляционная функция.

Определим числовые характеристики случайной последовательности $N(n)$ в виде

$$N(n) = Z(n) - Z_1(n);$$

$$M[N(n)] = M[Z(n) - Z_1(n)]; \tag{6}$$

$$D_N = M[N^2(n)] = M\{[Z(n) - Z_1(n)]^2\}.$$

Если справедлива гипотеза о нелинейной зависимости, то псевдодетерминированную составляющую $Z_1(n)$, входящую в уравнение (6), можно представить как линейную комбинацию известных функций времени

$$Z_1(n) = \sum_{i=1}^n u_i \varphi_i(n), \tag{7}$$

где $\varphi_i(n), \dots, \varphi_n(n)$ – известные функции времени; u_i, \dots, u_n – случайные величины.

На рис.2 показаны результаты измерения показателей качества для последовательности готовых изделий: значения номинала и допуски на изменение показателя качества $r \pm 1$. Из анализа приведённых результатов измерения показателей качества следует, что значения показателей качества не имеют закономерной составляющей, т.е. являются случайными величинами; в случайных изменениях показателя

качества изделий можно различить две некоррелированные составляющие: низкочастотную и высокочастотную.

Рис. 2. Тенденция изменения показателя качества, носящего случайный характер.

Действительно, если принять, что изменения показателя качества изделий есть случайная эргодическая стационарная последовательность, то для достаточно большой реализации (рис.2.) можно определить статистические характеристики этой последовательности

$$M[Z(n)] = \frac{1}{\mu} \sum_{n=1}^{\mu} Z(n);$$

$$Z^0(n) = Z(n) - M[Z(n)]; \tag{8}$$

$$R_Z(\theta) = M[Z^0(n) Z^0(n + \theta)],$$

где $R_Z(\theta)$ – автокорреляционная функция случайного процесса; $\theta = 1, 2, 3, \dots$; $Z(n)$ – центрированный случайный процесс.

На рис.3 приведена автокорреляционная функция $R_Z(\theta)$ случайной последовательности $Z(n)$ в виде суммы двух функций:

$$R_Z(\theta) = R_S(\theta) + R_N(\theta) \tag{9}$$

причём $R_N(\theta) = 0$ при $\theta \neq 0$, а $R_S(0)$ и $R_N(0)$ – наибольшие начальные значения $R_S(\theta)$ и $R_N(\theta)$ при $\theta = 0$.

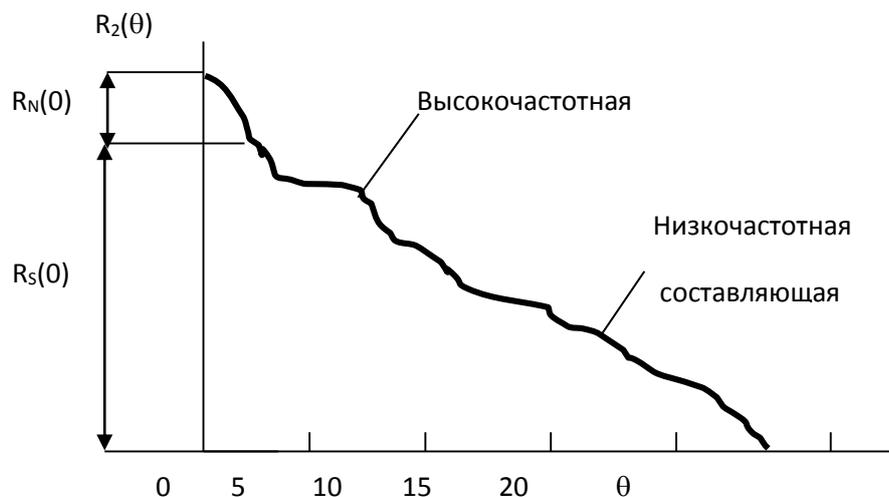


Рис. 3. Автокорреляционная функция случайной последовательности.

$$R_N(\theta) = \begin{cases} 0 & \text{при } \theta \neq 0 \\ D_N & \text{при } \theta = 0. \end{cases} \quad (12)$$

Таким образом, случайную последовательность изменения показателя качества изделий можно представить в виде двух случайных некоррелированных между собой последовательностей:

$$Z(n) = S(n) + N(n). \quad (10)$$

Случайную последовательность $S(n)$ можно рассматривать как плавно меняющуюся (низкочастотную) составляющую случайной последовательности $Z(n)$, называемую *коррелированной составляющей*, со статистическими характеристиками:

$$M[S(n)] = M[Z(n)];$$

$$R_S(\theta) = M\{[S(n) - M[S(n)]] [S(n+\theta) - M[S(n)]]\}. \quad (11)$$

Случайную последовательность $N(n)$ можно рассматривать как высокочастотную составляющую случайной последовательности $Z(n)$, называемую *нерегулярной (некоррелированной) составляющей*, со статистическими характеристиками

$$M[N(n)] = 0;$$

Физическая интерпретация полученных результатов измерения показателя качества для нашего примера состоит в следующем: *изменения физико-механических свойств сырья носят случайный характер, поэтому зависящие от них изменения показателя качества готовых изделий также имеют случайный характер.* Кроме того, малые партии сырья неоднородны (причём эта неоднородность имеет чисто случайный характер), поэтому показатели качества изделий, полученных из малой партии сырья, некоррелированы между собой. Этим объясняется появление составляющей $N(n)$ в уравнении (10).

Усреднённые физико-механические свойства сырья малых партий изменяются от партии к партии медленно и характеризуются сильной взаимокорреляционной связью. Этим объясняется наличие составляющей $S(n)$ в уравнении (10).

Как показывают практические исследования, изменения показателя качества готовых изделий для реальных технологических процессов массового производства, обусловленные, главным образом, изменением

физико-механических свойств сырья, выражаются уравнениями (10)-(12).

Многочисленные второстепенные факторы в основном влияют на дисперсию некоррелированной составляющей в формуле (10). В общем случае уравнение для определения показателя качества готовых изделий технологического процесса массового производства в соответствии с формулами (7), (10) – (12) может быть представлено в виде:

$$Z(n) = \sum_{i=1}^n u_i \varphi_i(n) + S(n) + N(n),$$

$$M[S(n)] = M\left[Z(n) - \sum_{i=1}^n u_i \varphi_i(n)\right], \quad (13)$$

$$R_S(\theta) = M[S^0(n) S(n+\theta)],$$

$$R_N(\theta) = \begin{cases} 0 & \text{при } \theta \neq 0 \\ D_N & \text{при } \theta = 0. \end{cases}$$

Литература:

1. Юсупбеков Н.Р., Игамбердиев Х.З., Базаров М.Б. Моделирование и управление производственно-технологическими системами с параметрическими неопределенностями интервального типа. II. Интервальные оценки параметров моделей эксплуатируемых предприятий // Химические технологии. Контроль и управление.-Ташкент. - 2008. - №. 4. - С. 74-78.
2. Siddikov, I.H. and Atajonov, M.O . (2018) "Development of algorithm of optimum control by multidimensional discrete dynamic objects by quick criteria, " Technical science and innovation: Vol. 2018 : Iss. 2 , pp.7-12. DOI: <https://doi.org/10.51346/tstu-01.18.2.-77-0002>
3. Чемоданов. Б.К. «Математические основы теории автоматического управления». Том 1. Изд-во МГТУ им. Бальмана, 2006. 247 стр.
4. Беленкий Л.И., Омелянчук Л.А., Швириев С.С. «Автоматическое управление технологическими процессами отделочного производства» - М.: Легпромиздат, 1990. 208 стр.
5. Пупков К.А. «Анализ и статическая динамика систем автоматического управления», Москва: Редакция. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 748 стр.
6. А.Р.Маллаев, Р.С.Усманова Повышения надёжности установки гидроочистки жидкого топлива. “Интеграция мировых научных процессов как основа общественного прогресса”: Международный сборник научных трудов. Вып. №33, Казань, 2016, январь, 225-228 с.
7. Маллаев А.Р., Жураев Ф.Д. Операционная теория исчисления по преобразованию Лапласа. Международный научный журнал “Научное знание современности”: Материалы Международных научно-практических мероприятий общество науки и творчества (г.Казань) за июль 2017г. Выпуск №7, 5-16 с.

8. Mallayev Alisher Rajabaliyevich, Xusanov Suban Nurillayevich Estimation of Parameters of Settings of Regulators Based on Active Adaptation Algorithm. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. IJARSET. Vol. 6, Issue 8, August 2019. p.10376-10380
9. Маллаев А.Р., Хусанов С.Н. Алгоритмы синтеза адаптивного субоптимального регулятора для стохастического объекта управления. Материалы международной научной конференции «Инновационный решения инженерно-технологических проблем современного производства». Бухара, 14-16 ноябрь 2019. 237-240 бетлар
10. Mallaev A.R., Xusanov S.N., Sevinov J.U Algorithms of nonparametric synthesis of discrete one-dimensional controllers. International Journal of Advanced Science and Technology. Vol. 29. No. 5s. (2020). pp. 1045-1050

CENTRAL ASIAN
STUDIES