

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСОМ ИЗМЕНЕНИЕМ ИНТЕНСИВНОСТИ ВХОДЯЩЕГО ПОТОКА

Павлов А.И., к. т. н., доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Показывается возможность повышения качества управления материальным потоком производственной системы с дискретным характером технологического процесса посредством релейного изменения интенсивности входящего потока межоперационного накопителя.

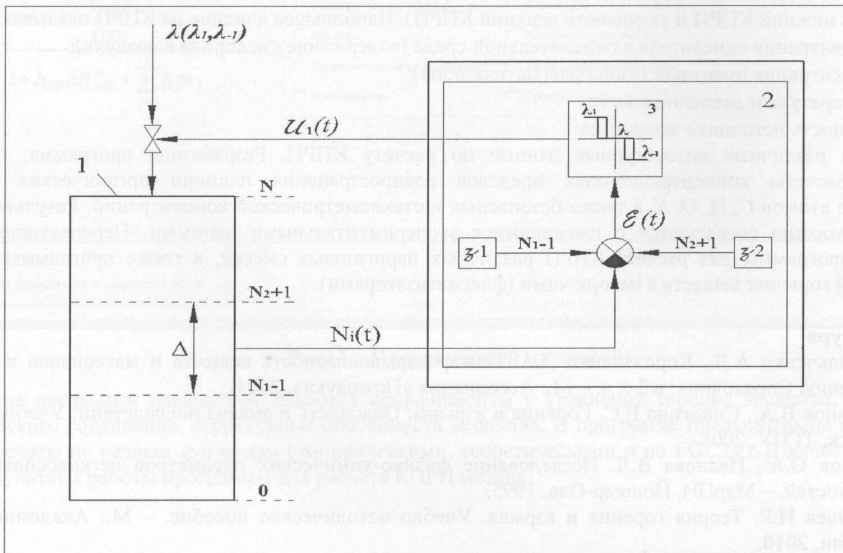
The possibility of increasing control quality of production line's material flow that has discrete behavior of technological process by the means of input stream intensity on-off alteration.

Ключевые слова: запас, массовое обслуживание, автоматическое управление.

В условиях функционирования производственных процессов, связанных с переработкой твердых материалов, в особенности штучных, когда отсутствует саморегулирование уровня запаса в емкости, ограничиться только организационными мероприятиями недостаточно. В этих случаях для обеспечения непрерывной работы производственной системы (технологической поточной линии) необходимо применять системы автоматического управления уровнем запаса в промежуточных (т.н. межоперационных) накопителях. Рассмотрим случай дискретного промежуточного накопителя с одним каналом поступления и одним каналом выдачи при пуассоновских потоках на входе и выходе. Обозначим интенсивность потока поступлений в накопитель λ , а интенсивность потока выдачи μ , при этом $\lambda = \mu$. Накопитель имеет конечную емкость в N единиц запаса и относится к числу систем массового обслуживания с «терпеливыми клиентами». Входящий и выходящий потоки взаимно независимы. В отличие от [3], рассмотрим трехпозиционное регулирование уровня ε запаса изменения интенсивности только одного из потоков, а именно входящего потока:

$$\lambda, \mu = \begin{cases} \lambda_1 \text{ при } \varepsilon < N_1, \lambda_1 > \lambda \\ \lambda = \mu \text{ при } N_1 \leq \varepsilon \leq N_2, \gamma \\ \lambda_{-1}, \mu \text{ при } \varepsilon > N_2, \lambda_{-1} < \lambda \end{cases} \quad (1)$$

Структура системы управления показана на рис.1.



1 - объект управления (дискретный накопитель); 2 - подсистема управления; 3 - трехпозиционный регулятор, \square_1, \square_2 - задатчики предельных величин уровня; $\varepsilon(t)$ - динамическая ошибка (отклонение) уровня запаса от заданных предельных величин; Δ - зона нечувствительности регулятора; $N_i(t)$ - переменная (уровень запаса); $U_1(t)$ - сигнал управления.

Рис. 1 – Структурная схема системы управления с трехпозиционным регулятором

Использование метода Эрланга [2], с учетом (1), приводят к следующей системе однородных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} P_k'(t) = -(\lambda_1 + \mu) \cdot P_k(t) + \mu \cdot P_{k+1}(t) + \lambda_1 \cdot P_{k-1}(t), k \leq N_1 - 1 \\ P_{N_1}'(t) = -(\lambda + \mu) \cdot P_{N_1}(t) + \mu \cdot P_{N_1+1}(t) + \lambda_1 \cdot P_{N_1-1}(t) \\ P_k'(t) = -(\lambda + \mu) \cdot P_k(t) + \mu \cdot P_{k+1}(t) + \lambda \cdot P_{k-1}(t), N_1 < k \leq N_2 \\ P_{N_2+1}'(t) = -(\lambda_{-1} + \mu) \cdot P_{N_2+1}(t) + \mu \cdot P_{N_2+2}(t) + \lambda_{-1} \cdot P_{N_2}(t) \\ P_k'(t) = -(\lambda_{-1} + \mu) \cdot P_k(t) + \mu \cdot P_{k+1}(t) + \lambda_{-1} \cdot P_{k-1}(t), k > N_2 + 1 \end{cases} \quad (2)$$

Система уравнений (2) позволяет получить такие значения вероятностей уровня запаса:

$$\begin{cases} P_k = \left(\frac{\lambda_1}{\mu}\right)^k \cdot P_o, k \leq N_1 \\ P_{N_1} = P_{N_1+1} - \dots - P_{N_2} - P_{N_2+1} - \left(\frac{\lambda_1}{\mu}\right)^{N_1} \cdot P_o \\ P_{N_2+k} = \left(\frac{\lambda_1}{\mu}\right)^{N_1} \cdot \left(\frac{\lambda_{-1}}{\mu}\right)^{k-1} \cdot P_o, k \geq 2, \end{cases} \quad (3)$$

где

$$P_o = \frac{(\lambda_1 - \mu) \cdot (\mu - \lambda_{-1}) \cdot \left(\frac{\lambda_1}{\mu}\right)^{N_1}}{\mu[(\lambda_1 - \mu) \cdot (\mu - \lambda_{-1})] + (1 + N_2 - N_1) \cdot (\lambda_1 - \mu) \cdot (\mu - \lambda_{-1})} \quad (4)$$

Из (3) получаем:

вероятность отрицательного уровня запаса

$$P_{<o} = \left(\frac{\mu}{\lambda_1 - \mu}\right) \cdot P_o; \quad (5)$$

вероятность переполнения накопителя

$$P_{>N} = \frac{\mu}{\mu - \lambda_{-1}} \cdot \left(\frac{\lambda_1}{\mu}\right)^{N_1} \cdot \left(\frac{\lambda_{-1}}{\mu}\right)^{N-N_2} \cdot P_o; \quad (6)$$

математическое ожидание длины очереди канала выдачи

$$M_{<o} = -\frac{\lambda_1 \mu}{(\lambda_1 - \mu)^2} \cdot P_o; \quad (7)$$

математическое ожидание длины очереди канала поступления

$$M_{>N} = \frac{\mu^2}{(\mu - \lambda_{-1})^2} \cdot \left(\frac{\lambda_1}{\mu}\right)^{N_1} \cdot \left(\frac{\lambda_{-1}}{\mu}\right)^{N-N_2} \cdot P_o; \quad (8)$$

Для нахождения минимума целевой функции

$$S = S_1 M_{<o} + S_2 M_{>N} \rightarrow \min, \quad (9)$$

где S_1 и S_2 – издержки в единицу времени, связанные с нахождением в очереди одной заявки соответственно в канале выдачи и в канале поступления, необходимо одну из величин (N_1 или N_2) принять как известную. Так, если мы зададимся величиной N_2 , то оптимальная величина N_1 по минимуму совокупных издержек из-за наличия очередей определяется уравнением:

$$\ln \frac{\mu}{\lambda_1} [2\lambda_1\mu - \lambda\mu - \lambda_1\lambda_{-1} + (N_1 - N_2)(\lambda_1 - \mu)(\mu - \lambda_{-1})] + \left[1 + \frac{S_2}{S_1} \frac{\mu}{\lambda_1} \left(\frac{\lambda_1 - \mu}{\mu - \lambda_{-1}} \right)^2 \frac{\left(\frac{\lambda_{-1}}{\lambda_1} \right)^{N_1 - N_2}}{\left(\frac{\mu}{\lambda_1} \right)^{N_1}} \right] (\lambda_1 - \mu)(\mu - \lambda_{-1}) = 0 \quad (10)$$

Расширим постановку задачи: определить вместимость накопителя, обеспечивающую минимальные совокупные издержки S_0 по созданию накопителя и вследствие возникновения очередей в каналах поступления и выдачи. Если, например, издержки, связанные с созданием накопителя прямо пропорциональны величине его емкости N , то оптимальной следует считать систему управления, для которой выполняется условие

$$S_0 = S_1 M_{<0} + S_2 M_{>N} + S_3 N \rightarrow \min, \quad (11)$$

где S_3 – издержки, связанные с созданием объема накопителя для аккумуляирования одной заявки.

Выводы

1. Получены расчетные формулы, позволяющие в совокупности дать количественную оценку качества работы участка производственного процесса при трехпозиционном автоматическом регулировании входящего потока заявок на обслуживание.
2. Модель автоматической системы управления вполне может быть реализована с использованием пакетов прикладных программ в среде MATLAB.

Литература

1. Павлов А.И. Управление запасом изменения интенсивности входящего и выходящего потоков // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій – Одеса: - 2008.-Вип.34.-Т1.-с.267-271.
2. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. М: Наука, 1987.-336 с.
3. Севастьянов Б.А. Зада о влиянии емкости бункера на среднее время простоя автоматической линии. «Теория вероятностей и ее применения», т.7, вып.4, 1962

УДК 621.18:66.096

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ГЕРОНТОЛОГИЯ

Войнова С. А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий

Изложен механизм процесса гибкого управления технологической эффективностью технических объектов. Раскрыто значение задач технической геронтологии для технологии процесса управления

The mechanism of process of flexible control by technological efficiency of technical objects is stated. Value of problems of technical gerontology for technology of control process is opened

Ключевые слова: технический объект управления, технологическая эффективность, техническая геронтология.

Управление техническими объектами (ТО) – процесс, включающий проектную часть и следующую за ней во времени оперативную часть.

Проектная часть управления состоит из двух этапов:

- этапа выбора и принятия к использованию в действии создаваемого ТО определенной технологии производственного процесса, обладающей технологическими возможностями ($E_{\text{техн}}$) приемлемо высокого уровня,

- этапа выбора и принятия к использованию в конструкции создаваемого ТО определенного конструктивного решения, обладающей технологическими возможностями ($E_{\text{кнстр}}$) приемлемо высокого уровня.

В результате выполнения этих этапов получают возможность и осуществляют изготовление ТО. Новый ТО обладает технологическими свойствами уровня, определяемого совместным влиянием $E_{\text{техн}}$ и $E_{\text{кнстр}}$. Они формируют уровень исходной технологической эффективности нового ТО

$$E_{\text{и}} = f(E_{\text{техн}}; E_{\text{кнстр}}).$$

При этом, траектория расходования объектом ресурса работоспособности представлена на рисунке графиком (а-б), то есть графиком $E_{\text{и}} = f(T)$.