

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 681.3.06

ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АДАПТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ЕЕ ПОДСИСТЕМ И ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Балтовский А.А.

Введение

Выбор критериев эффективности автоматизированных систем различного типа определяется целью их создания. В качестве обобщенного показателя выбирается один из производственных показателей: количество выпускаемой продукции; цена единицы продукции; себестоимость продукции; капитальные вложения; производительность труда по валовой продукции, условное высвобождение работающих; расход сырья и энергии; производительность оборудования; рентабельность и т.д.

Постановка задачи и анализ существующих методов.

В настоящее время как в отечественной практике так и за рубежом в качестве критерия эффективности функционирования промышленных производств (ПП) используется [1-3] абсолютная прибыль предприятия, которая характеризуется разницей между выручкой от реализации продукции и затратами (полная себестоимость продукции и производственные расходы).

Прибыль отражает результат действия трех основных показателей развития производства: роста выпуска продукции; улучшение качества продукции; снижение себестоимости продукции.

Задача управления ПП состоит в том, чтобы найти оптимальное сочетание этих показателей.

Однако сама по себе абсолютная величина прибыли еще не характеризует эффективность хозяйственной деятельности ПП, поскольку отражает только лишь величину текущих издержек производства и не учитывает объема применения производственных фондов.

Решение задачи

Нами установлено, что наиболее полно все стороны производственной деятельности предприятия отражает показатель рентабельности, рассматриваемый как отношение прибыли к сумме основных и оборотных средств. Преимущество предлагаемого показателя состоит в том, что он увязывает воедино текущие затраты и объем общественного авансирования, отражает снижение себестоимости, рост прибыли, улучшение качества продукции, стоимость производственных фондов, совершенство управления и т.д.

Таким образом, в упрощенном виде функционал качества ведения производства может быть принят в следующей форме:

$$K = \Pi / (\Phi_o + \Phi_{об}) \quad (1.2)$$

или

$$K = \Pi / \Phi_{\Sigma} \alpha_{оп},$$

где Π - абсолютная величина прибыли за рассматриваемый период;

Φ_0 - стоимость основных фондов;
 $\Phi_{об}$ - стоимость оборотных средств;
 Φ_{Σ} - средняя хронологическая сумма производственных основных и оборотных средств за отчетный период;
 $\alpha_{от}$ - коэффициент, характеризующий продолжительность отчетного периода.

Функционал (1.2) в явной форме зависит от усредненных значений начального X_0 и планируемого состояний X , а в неявной – от качества управления, методов организации производственного процесса и внешней среды.

Показатель рентабельности является наиболее обобщающим экономическим показателем, характеризующим производственную деятельность ПП, соответствует методам хозяйственного расчета и поэтому нами принят в качестве критерия оценки эффективности функционирования ПП. Из формулы (1.2) в частности следует, что основной путь повышения эффективности функционирования ПП заключается в экономии материальных, трудовых и других ресурсов производства; внедрении более совершенных технологических процессов; совершенствовании организации производства; комплексной механизации и автоматизации производства; сокращении и ликвидации непроизводительных расходов и т.п.

Следовательно, эффективность системы управления производством может быть оценена качественным путем по математическому ожиданию приращения

$$M\Delta K = M_{K_2} - M_{K_1}, \quad (1.3)$$

где M_{K_1} и M_{K_2} - математическое ожидание значения функционала качества ведения производства, соответственно до и после планируемого периода.

Формализуем постановку задачи выбора оптимального варианта автоматизированного технологического комплекса (АТК) для условного ПП.

Математическое ожидание значения K некоторого функционала качества АТК запишем в виде

$$M\{K\} = K_0 \pm M\{\Delta K\}, \quad (1.4)$$

где K - функционал качества идеального гипотетического АТК, имеющего нулевую стоимость, не требующего расходов на эксплуатацию, являющегося абсолютно надежным, в котором исключены потери материалов, сырья и энергии, обеспечены оптимальные режимы оборудования и функции управления реализуются безотказно, полностью и своевременно;

ΔK - потери, вызванные затратами на создание АТК и его реальными условиями и результатами функционирования;

Знак в формуле перед выражением для математического ожидания значения ΔK зависит от конкретного содержания функционала качества.

Представим АТК как совокупность технологического объекта (ТО) и системы управления (СУ). Тогда выражение для ΔK можно записать в виде

$$\Delta K = \Delta K_{ТО} + \Delta K_{СУ} = (\Delta K_{ТО}^C + \Delta K_{ТО}^V) + (\Delta K_{СУ}^C + \Delta K_{СУ}^V), \quad (1.5)$$

где $\Delta K_{ТО}$ и $\Delta K_{СУ}$ - потери, вызванные затратами на создание соответственно ТО и СУ, а также их реальными условиями и результатами функционирования;

ΔK_{TO}^C и ΔK_{CV}^C - постоянные составляющие потерь, не зависящие от результатов функционирования ТО и СУ;

ΔK_{TO}^V и ΔK_{CV}^V - переменные составляющие потерь, зависящие от результатов функционирования ТО и СУ.

Элементы ТО в результате декомпозиции можно разбить на l уровней, а элементы, реализующие функции управления СУ на m - уровней. При этом пусть число элементов i -го уровня у некоторого элемента $(i-1)$ уровня ТО и число элементов j -го уровня у некоторого элемента $(j-1)$ уровня СУ соответственно равны:

$$N_{TO}^i(n_1, n_2, \dots, n_{i-1}); \quad (1.6)$$

$$N_{CV}^i(k_1, k_2, \dots, k_{j-1}); \quad (1.7)$$

где n_k и k_n - соответственно номера k -го уровня СУ и n -го уровня ТО.

Положим, что элементы l -го уровня ТО и m -го уровня СУ обеспечивают выполнение некоторых элементарных функций. Вклад этих элементов в общие потери функционала качества можно представить в виде:

$$R_{TO} = R_{TO}^C + R_{TO}^V = \sum_{i=1}^{i_{TO}} R_{TO}^{(i)C} + \sum_{j=1}^{j_{TO}} R_{TO}^{(j)V}; \quad (1.8)$$

$$R_{CV} = R_{CV}^C + R_{CV}^V = \sum_{i=1}^{i_{CV}} R_{CV}^{(i)C} + \sum_{j=1}^{j_{CV}} R_{CV}^{(j)V}, \quad (1.9)$$

где R_{TO} и R_{CV} - вклад в общие потери соответственно элементов ТО и СУ;

R_{TO}^C, R_{CV}^C - постоянная часть потерь соответственно для элементов ТО и СУ.

R_{TO}^V, R_{CV}^V - переменная часть потерь;

$R_{TO}^{(i)C}, R_{CV}^{(i)C}$ - i -я составляющая постоянной части потерь;

$R_{TO}^{(j)V}, R_{CV}^{(j)V}$ - j -я составляющая переменной части потерь;

j_{TO}, j_{CV} - число составляющих переменной части потерь.

Учитывая выражения (1.6 – 1.9), запишем формулы для расчета потерь ΔK_{TO} и ΔK_{CV} :

$$\Delta K_{TO} = \sum_{n_1}^{N_{TO}^{(1)}} \sum_{n_2}^{N_{TO}^{(2)}} \dots \sum_{n_{l-1}}^{N_{TO}^{(l-1)}} \left\{ \sum_{n_l}^{(i)_{TO}} R_{TO_{n_1, n_2, \dots, n_l}} + \sum_{j=1}^j R_{TO_{n_1, n_2, \dots, n_l}} \right\} \quad (1.10)$$

$$\Delta K_{CV} = \sum_{k_1=0}^{N_{CV}^{(1)}} \sum_{k_2=0}^{N_{CV}^{(2)}} \dots \sum_{k_{m-1}=0}^{N_{CV}^{(m-1)}} \left\{ \sum_{i=1}^{i_{CV}} R_{CV_{k_1, k_2, \dots, k_i}} + \sum_{j=1}^{j_{CV}} R_{CV_{n_1, n_2, \dots, n_i}}^{(j)V} \right\}, \quad (1.11)$$

где $k_i = 0$ соответствует координирующим элементам системы управления.

Выражения (1.8), (1.9), (1.10), (1.11) могут быть использованы, для оценки эффективности АТК, ТО, СУ, сравнения различных их вариантов, выбора оптимального варианта АТК, ТО, СУ.

Метод косвенной оценки обобщенного показателя качества функционирования подсистем ААСУ ПП.

Оценка качества функционирования соответствующей ПС ААСУ ПП может быть сведена к предложенной нами [4] оценке качества выходных сигналов, находящихся в зависимости от начального состояния ПС управления, надежностных характеристик вычислительных систем (ВС) и входных сообщений \bar{a}_{ij} . Для η реализации ($\eta = 1, 2, \dots, \eta^*$) эта зависимость имеет вид

$$\{\bar{\varphi}\}_0^{T\eta} = \Phi[Y_{0\eta}, \{\bar{a}\}_0^{T\eta}, \omega_\eta],$$

где $Y_{0\eta}$ - начальное состояние ПС ААСУ в η -реализации;

$\{\bar{a}\}_0^{T\eta}$ - последовательность входных сигналов за время функционирования ПС ($0 - T_\eta$), упорядоченная относительно времени их поступления;

ω_η - некоторая функция, характеризующая правильность выполнения алгоритмических предписаний.

За обобщенный показатель качества функционирования соответствующей ПС ААСУ можно принять вероятность достижения цели ее функционирования

$$Q = P(H_{ПС}),$$

где $H_{ПС}$ - событие, заключающееся в достижении цели функционирования соответствующей подсистемой.

Величина Q может быть определена путем статистического моделирования с воспроизведением ожидаемого диапазона условий на входе ПС. Факт достижения цели функционирования соответствующей ПС в любой из конкретных η -реализаций ($\eta = 1, 2, \dots, \eta^*$) этого процесса можно установить непосредственно или косвенно. Непосредственная оценка возможна при наличии эталонных значений выходных сигналов, $\{\bar{\varphi}_{эм}\}_0^{T\eta}$, для каждой из η - реализаций. Цель функционирования при этом считается достигнутой, если для каждого из компонентов вектора

$$\bar{\varphi}_m \in \{\bar{\varphi}\}_0^{T\eta}$$

справедливо неравенство:

$$\varphi_{j\eta}^m - \varphi_{эм\eta}^m \leq \Delta_{j\eta}^m;$$

$$m = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, j,$$

где $\Delta_{j\eta}^m$ - допустимое отклонение фактического значения выходного сигнала от эталонного в j -м такте работы η -ой реализации.

На практике сравнительно редко удается установить эталонные значения $\{\bar{\varphi}_{эм}\}_0^{T\eta}$ для любого

$$\{\bar{a}\}_0^{T\eta} \in A,$$

где A — ожидаемый диапазон условий на входе подсистемы ААСУ. В этом случае достижение цели функционирования ПС может быть установлено по эффекту от суммарного воздействия выходных сигналов на управляемый объект, т. е. косвенной оценкой. При этом, если качество всех элементов ААСУ, кроме проверяемой ПС, заведомо удовлетворяет требуемому, то из события $H_{ААСУ}$ следует событие $H_{ПС}$ т.е.

$$P(H_{ПС}) = P[H_{ААСУ} / P(H_k) = 1],$$

где H_k - событие, заключающееся в том, что качество ($k-1$) элемента ААСУ (кроме соответствующей подсистемы удовлетворяет требуемому).

Для проведения статистического моделирования с целью получения обобщенного показателя качества соответствующей подсистемы ААСУ косвенным методом необходимо использовать имитаторы входной информации для соответствующей подсистемы ААСУ и модель управляемого объекта. Качество выходных сигналов соответствующих подсистем ААСУ оценивается по реакции управляемого объекта на эти сигналы. При этом цель функционирования соответствующей подсистемы ААСУ считается достигнутой, если достигнута цель функционирования управляемого объекта.

For the leadthrough of statistical design with the purpose of receipt of the generalized index of quality of the proper subsystem of automatic adaptive control system an indirect method is use the imitators of entrance information for the proper subsystem of automatic adaptive control system and model of the guided object. Quality of output signals of the proper subsystems of automatic adaptive control system is estimated on the reaction of the guided object on these signals. Thus the purpose of functioning of the proper subsystem of automatic adaptive control system is considered attained, if the purpose of functioning of the guided object is attained.

1. Автоматизация управления предприятием / Баранов В.В. и др. - М.: ИНФА-М, 2000. - 239 с.
2. Егоров С.В., Мирахметов Д.А. Моделирование и оптимизация в АСУТП. - Т.: Мехмат, 1987. - 200 с.
3. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации / В. И. Бойко, Б. К. Бублик, П. П. Зинько. - К.: Высшая школа., 1983. - 512 с.
4. Нагорный Ю.И., Балтовский А.А., Лисяной Г.В. Метод косвенной оценки обобщенного показателя качества функционирования подсистем ААСУ // Труды 6 – й НПК „Современные информационные и электронные технологии” (СИЭТ-2006). – Т 1. - С. – 129.