

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 674.093.26 : 658.012.011.54/56

О. В. ИВАНОВ, Ю. Н. СТРИЖЕВ, В. С. СОЛОВЬЕВ

С.-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

**К ВОПРОСУ  
ОБ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Рассмотрена методика оценки эффективности систем автоматизированного управления технологическими объектами с учетом их неупорядоченности и уровня автоматизации. На конкретном примере показана реализация этой методики, а также определение экономически целесообразных граничных значений показателя уровня автоматизации.

Evaluation methods of automated management systems of technological objects with reference to their unsystematic state and level of automation have been considered. These methods implementation is illustrated by a concrete example as well as the determination of economically reasonable boundary values of automation level index is given.

При автоматизации технологического объекта управления (ТОУ) проектировщик сталкивается с его различными состояниями, характеризующимися неупорядоченностью [1]. Последняя зависит от ряда случайных факторов, в том числе задержек в подаче сырья, полуфабрикатов, перерывов в энергоснабжении, выхода из строя элементов, узлов, блоков, средств механизации и т. д., т. е. неупорядоченность обладает свойством неопределенности. В теории информации мера неопределенности характеризуется энтропией Шеннона

$$H = - \sum_{i=1}^n B_i \ln B_i,$$

где  $B_i$  — неупорядоченность  $i$ -го станка, механизма, схемы управления ТОУ.

Очевидно, что чем сложнее ТОУ, тем более справедливо это выражение. При низкой организации производства неупорядоченность ТОУ в процессе эксплуатации возрастает.

Одним из возможных направлений ее снижения является автоматизация объекта. В этом случае выражение для оценки эффективности ТОУ, оснащенного системой автоматизированного управления, имеет следующий вид [1]:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} [1 - f(B)],$$

где  $\mathcal{E}$  — эффективность частично автоматизированного технологического комплекса (АТК);

$\mathcal{E}_{\max}$  — эффективность полностью автоматизированного, «идеально» работающего технологического комплекса, включающего ТОУ и САУ при сохранении производственных мощностей, оборудования и технологий неизменными.

Таким образом, неупорядоченность АТК можно трактовать как меру отклонения его состояния от идеального, обеспечивающего предель-

но возможную эффективность. Последняя подразумевает рост производительности, повышение качества или объема выпускаемой продукции, экономию энергетических и сырьевых ресурсов и т. д. Поэтому для удобства в дальнейшем воспользуемся безразмерной величиной эффективности и назовем ее показателем эффективности АТК  $U$ , которую находим по формуле

$$U = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}} = 1 - f(B). \quad (1)$$

Рассматривая значение  $f(B)$  в приложении к экономическим показателям [1], получаем

$$U = 1 - B_0 e^{-\frac{K}{K_0}}, \quad (2)$$

где  $K$  — капитальные вложения в разрабатываемую систему автоматизированного управления (САУ);

$K_0$  — затраты на управление неавтоматизированного ТОО с неупорядоченностью  $B_0$ .

Используя выражения (1) и (2), можно получить зависимость  $\mathcal{E}(K)$ , позволяющую оценить эффективность создаваемой САУ и АТК при различных капитальных вложениях.

Так как неупорядоченность ТОО снижается за счет его автоматизации и при определенных условиях может быть сведена к минимуму, т. е. эффективность АТК достигает максимального значения, то показатель уровня автоматизации ТОО  $Y_a$  с экономической точки зрения можно представить в следующем виде:

$$Y_a = \frac{\mathcal{E}_a}{\mathcal{E}_{a\max}} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_0}{\mathcal{E}_{\max} - \mathcal{E}_0}, \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}_0$  — эффективность неавтоматизированного ТОО;  
 $\mathcal{E}_a, \mathcal{E}_{a\max}$  — эффективность системы САУ частично и полностью автоматизированного технологического комплекса.

Из выражений (1), (2) следует

$$U = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}} = 1 - B_0 e^{-\frac{K}{K_0}} \Rightarrow \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} \left( 1 - B_0 e^{-\frac{K}{K_0}} \right).$$

При  $K = 0$  получаем

$$\frac{\mathcal{E}_0}{\mathcal{E}_{\max}} = 1 - B_0 \Rightarrow \mathcal{E}_0 = \mathcal{E}_{\max} (1 - B_0),$$

откуда

$$B_0 = 1 - \frac{\mathcal{E}_0}{\mathcal{E}_{\max}}. \quad (4)$$

Тогда

$$\frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_0}{\mathcal{E}_{\max} - \mathcal{E}_0} = \frac{\mathcal{E}_{\max} B_0 \left( 1 - e^{-\frac{K}{K_0}} \right)}{\mathcal{E}_{\max} B_0} = 1 - e^{-\frac{K}{K_0}},$$

т. е. выражение (3) принимает вид

$$Y_a = 1 - e^{-\frac{K}{K_0}}, \quad (5)$$

откуда следует, что показатель уровня автоматизации ТОО изменяется по экспоненциальному закону. Это вполне согласуется как с теорией, так и с логикой, что рассматриваемый технико-экономический показатель даже теоретически не может быть равен единице, но асимптотически стремится к ней.

Отсюда следует [2], что существует оптимальное значение показателя уровня автоматизации ТОО  $Y_a^{\text{опт}}$ , которое определяет верхнее

экономически целесообразное граничное значение  $Y_a^B$  и должно соответствовать нормативному коэффициенту эффективности капитальных вложений на проектирование, изготовление и внедрение САУ  $E_n^a$ :

$$Y_a^B = Y_a^{\text{опт}} \sim E_p = \text{tg } v^{\text{опт}} = \frac{d(\mathcal{E}^{\text{опт}} - \mathcal{E}_0)}{dK} = \frac{\mathcal{E}_{\text{max}} - \mathcal{E}_0}{K_0} e^{-\frac{K_{\text{опт}}}{K_0}}. \quad (6)$$

Здесь  $v^{\text{опт}}$  — оптимальное значение угла наклона зависимости  $\mathcal{E}(K)$  к оси абсцисс;

$K_{\text{опт}}$  — оптимальное значение капитальных вложений на проектирование, изготовление и внедрение САУ.

Принято, что

$$E_p \geq E_n^a, \quad (7)$$

где  $E_p$  — расчетный коэффициент эффективности.

Для практического использования предлагаемого метода оценки эффективности автоматизации ТОУ необходимо рассчитать условно-постоянные величины  $\mathcal{E}_{\text{max}}$ ,  $B_0$ ,  $K_0$ . Чем меньше коэффициент использования режимного фонда времени работы технологического оборудования, входящего в ТОУ [3], тем больше численное значение неупорядоченности последнего и, соответственно, вероятность повышения эффективности ТОУ за счет автоматизации. Поэтому в качестве одного из вариантов расчета  $\mathcal{E}_{\text{max}}$  можно принять выражение

$$\mathcal{E}_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}_0}{K_{\text{исп}}},$$

где  $K_{\text{исп}}$  — коэффициент использования режимного фонда времени работы всего технологического оборудования, входящего в ТОУ.

Величины  $K_0$  и  $B_0$  рассчитывают по формулам соответственно (2) и (4).

Рассмотрим использование данного подхода для оценки эффективности автоматизации технологической линии лущение — рубка — укладка шпона.

Технологический объект управления включает подающие конвейеры, центровочно-загрузочное устройство, лущильный станок, конвейеры для шпона и ножницы с укладчиком шпона. Удельная эффективность его без автоматизации составляет  $\mathcal{E}_0 = 6,4$  р./м<sup>3</sup>, а с учетом САУ  $\mathcal{E} = 6,72$  р./м<sup>3</sup>. Под эффективностью понимаются балансовую прибыль, получаемую в результате функционирования рассматриваемого объекта. Удельные капитальные вложения на проектирование, изготовление и внедрение САУ планируются в объеме  $K = 1,14$  р./м<sup>3</sup>. Коэффициент использования режимного фонда времени  $K_{\text{исп}}$  равен 0,92.

Для построения зависимостей  $\mathcal{E}_a(K)$  и  $Y_a(K)$  предварительно рассчитывают условно-постоянные величины  $\mathcal{E}_{\text{max}}$ ,  $B_0$  и  $K_0$ :

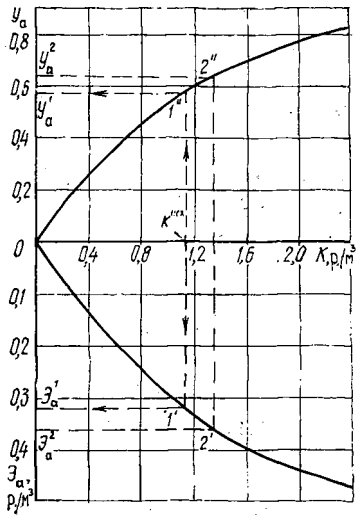
$$\mathcal{E}_{\text{max}} = \frac{6,4}{0,92} = 6,96 \text{ р./м}^3$$

при  $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0$ ,  $K = 0$ , следовательно,

$$B_0 = 1 - \frac{\mathcal{E}_0}{\mathcal{E}_{\text{max}}} = 0,08,$$

тогда

$$K_0 = - \frac{K}{\ln \frac{1-U}{B_0}} = - \frac{1,14}{\ln \frac{1-0,966}{0,08}} = 1,33 \text{ р./м}^3.$$



Затем, используя выражения (1), (2) и (4), получают искомые функции  $\mathcal{E}_a(K)$  и  $Y_a(K)$ , приведенные на рисунке. Значения  $\mathcal{E}_a^1 = 0,32$  р./м<sup>3</sup> и  $Y_a^1 = 0,576$  соответствуют исходным данным примера. Эффективность капитальных вложений подтверждается и значением расчетного коэффициента  $E_p = 0,179$ , который больше нормативного  $E_n^a = 0,15$ , т. е. выполняется необходимое условие (7). Величину  $E_p$  рассчитывают по формуле (6).

Максимальное, экономически целесообразное значение показателя уровня автоматизации ТОО для исходных данных  $\mathcal{E}_0, \mathcal{E}, K$  и  $K_{исп}$  при  $E_n^a = 0,15$  составляет  $Y_a^a = Y_a^b = 0,64$ . Этот вывод касается лишь производства сырого лущеного шпона. Минимальное значение уровня автоматизации  $Y_a^a = 0,36$ , что в силу симметрии кривой экономической эффективности, полностью описываемой логистической функцией [2], соответствует  $Y_a^b = 1 - Y_a^a = 0,64$ . Следовательно, экономически целесообразные значения показателя уровня автоматизации ТОО для рассматриваемого случая лежат в пределах

$$Y_a^a = 0,64 \geq Y_a \geq Y_a^b = 0,36.$$

Таким образом, используя полученные зависимости  $Y_a(K)$  и  $\mathcal{E}_a(K)$ , можно определить необходимые показатели для оценки эффективности автоматизации ТОО. Например, задаваясь уровнем автоматизации  $Y_a = 0,4$ , находим необходимые удельные капитальные вложения  $K = 0,68$  р./м<sup>3</sup> и эффективность, получаемую в результате автоматизации ТОО  $\mathcal{E}_a = 0,23$  р./м<sup>3</sup>.

#### Выводы

Предлагаемая методика позволяет ввести в оценку эффективности автоматизации ТОО фактор неупорядоченности и с его учетом определить экономически целесообразные границы уровня автоматизации при заданном значении коэффициента эффективности инвестиций и заданных постоянных внешних факторах. Функциональные зависимости, полученные в результате расчета, представляют разработчику возможность выбрать необходимый (компромиссный) вариант автоматизации ТОО.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бройдо Н. Ф. Экономическая эффективность при проектировании промышленных систем автоматизации.— Л.: Стройиздат, 1969.— 126 с. [2]. Рахманов М. К. Некоторые теоретические аспекты эффективности автоматизированных систем управления // Статистика и электронно-вычислительная техника в экономике.— 1971.— № 4.— С. 146—171. [3]. Справочник экономиста деревообрабатывающей промышленности / Б. И. Павлов, С. И. Мугандин, Е. К. Алтухова и др.; Под общ. ред. Б. И. Павлова.— 3-е изд., перераб.— М.: Лесн. пром-сть, 1988.— 400 с.

Поступила 30 декабря 1994 г.

УДК 630\*652

М. М. КУДРЯШОВ

Архангельское управление лесами

### ЦЕНА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Обсуждена методика установления научно обоснованной платы за лесные ресурсы в рыночных условиях. Рассмотрены два варианта нормативов экономической оценки лесов Архангельской области.

Methods of fixing scientifically-grounded payment for forest resources under market conditions have been discussed. The two variants of economic forest valuation norms of Arkhangelsk region are considered.

Лесохозяйственное производство требует значительных капитальных и текущих затрат на воспроизводство использованных ресурсов, охрану леса и т. д. Длительный процесс выращивания древесины, отсутствие видимого эффекта от затрат очень часто определяют политику капиталовложений. К сожалению, и в бывшей плановой экономике, и в теперешней рыночной финансирование затрат на лесное хозяйство России осуществляется по «остаточному принципу».

При подготовке проекта «Основ лесного законодательства Российской Федерации» специалисты Рослесхоза делали робкие попытки определить истинную плату за лесные ресурсы и внести изменения в систему финансирования лесного хозяйства. Однако, столкнувшись с догмами законодательства (в частности о налогах, в соответствии с которым платежи за лесные ресурсы также приравнивались к налогам и в обязательном порядке направлялись в местный бюджет), разработчики законопроекта о лесах отступились от начальной идеи.

Не помогла и твердая позиция ученых лесоводов Н. А. Моисеева, А. П. Петрова, Н. П. Чупрова и др., многих специалистов лесного хозяйства, убежденных в том, что и лесные ресурсы имеют рыночную стоимость.

В результате в «Основах лесного законодательства» появился раздел «Плата за пользование лесным фондом», в котором непосредственно платежам за лесные ресурсы (лесные подати, арендная плата) отводится крайне скромная роль, но зато дается новое понятие «отчисления на воспроизводство, охрану и защиту лесов». В статье 67 четко зафиксировано, что все лесопользователи производят отчисления на воспроизводство, охрану и защиту лесов в процентах от стоимости (цены) заготовленной древесины, как реализованной, переработанной, так и израсходованной на собственные нужды. В случае реализации древесины за иностранную валюту отчисления на воспроизводство, охрану и защиту лесов производятся в валюте.