

УДК 519.876.2

М.А. Голованова

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Предлагается информационная технология определения границ эффективности вариантов технологических процессов с учетом неопределенности исходных данных. Описана процедура определения границ эффективности вариантов технологических процессов и программно-инструментальные средства реализации указанной процедуры.

**Ключевые слова:** границы эффективности, технологический процесс.

### Введение

Установление эффективной области применения какой-либо группы оборудования, технологического процесса, средств механизации и автоматизации процесса штамповки должно быть комплексным.

Это, имеет значение для совершенствования организационных форм производства, повышения качества продукции и сокращения издержек производства.

К факторам, влияющим на границы эффективного применения технологических процессов, вследствие неопределенности исходных данных, следует отнести:

- объемы производства деталей на предприятии Q;
- показатель рентабельности капиталовложений;
- изменение стоимости материалов и оборудования, применяемых для изготовления деталей;
- изменения в системе оплаты труда;
- различия в применяемых марках металлов для изготовления деталей и типоразмеров поставляемых заготовок;
- временной фактор, оказывающий влияние на сроки появления продукции на рынке (а, следовательно, и цены реализации), что обусловлено периодом освоения и внедрения технологического процесса в производство, а так же ряд других факторов и обстоятельств.

**Постановка задачи.** При определении сравнительной эффективности применения технологических процессов исходят, прежде всего, из определенного объема производства основных деталей-представителей.

Однако, при изменении даже на небольшую величину объемов производства и других экономических показателей от планируемых, может оказаться,

что выбранный и применяемый вариант технологического процесса уже не эффективен.

Таким образом, актуальной становится задача учета неопределенности исходных данных при оценке экономической эффективности технологических процессов.

### Основной материал

**Выбор показателей для комплексного анализа вариантов в условиях неопределенности исходных данных.** Полный состав показателей для комплексного анализа вариантов технологических процессов объединяет в себе *группу прямых показателей* состоящих из набора материальных, энергетических и трудовых показателей, имеющих различную квалитетическую оценку и *косвенных показателей*: конкурентоспособность, социальная значимость, новизна, реализуемость и ряд других, имеют только качественную шкалу измерений.

Очевидно, что учет косвенных показателей следует проводить после отбора вариантов технологических процессов, обеспечивающих на данном предприятии экономическую целесообразность их применения. Это достигается анализом, прежде всего, финансовых показателей [1]:

- себестоимость продукции,
- капитальные затраты,
- текущие затраты,
- приведенные затраты,
- показатель годового экономического эффекта ( $E_{год}$ ),
- годовая экономия,
- дополнительные капитальные вложения,
- обций (интегральный) экономический эффект,

измеряемых в денежных единицах. Следует заметить, что выделенные показатели, в отличие от других, существенно зависят от программы выпуска, а

вследствие интервальности входящих в них переменных образуют спектр границ экономической эффективности сравниваемых вариантов технологических процессов.

Установление области эффективного применения прессового оборудования и технологических процессов можно выполнить графоаналитическим методом путем построения зависимостей

$$Э_{год i} = f(Q) \tag{1}$$

по вариантам технологических процессов и их совмещения на одном графике.

Выражение (1) в общем виде определяет прямую линию в рассматриваемых координатах [2] и вследствие интервальности первичных параметров может быть записано как

$$Y = [k]x + [u] = [\underline{k}, \bar{k}]x + [\underline{u}, \bar{u}]. \tag{2}$$

Для двух сравниваемых технологических процессов ТП № 1 и ТП № 2 уравнения границ эффективности будут иметь вид

$$Y_1 = [k_1]x + [u_1] = [\underline{k}_1, \bar{k}_1]x + [\underline{u}_1, \bar{u}_1]; \tag{3}$$

$$Y_2 = [k_2]x + [u_2] = [\underline{k}_2, \bar{k}_2]x + [\underline{u}_2, \bar{u}_2]. \tag{4}$$

*Допущение 1.* Процедура сравнения технологических процессов по интегральному экономическому показателю предполагает наличие позитивного экономического эффекта для рассматриваемых вариантов, следовательно  $Y_i > 0$  при некотором  $Q > Q_{min}$ .

*Допущение 2.* Имеет место «кривая опыта» - увеличение объемов производства влечет за собой снижение себестоимости изделий.

*Следствие 1.* В рассматриваемых координатах  $Y_i|_{Q>Q_{min}}$  - положительные, растущие линейные функции.

*Следствие 2.*  $\underline{k} > 0, \bar{k} > 0$ .

*Следствие 3.* Верхняя граница функции (2) описывается уравнением:

$$Y^b = \underline{k}x + \bar{u} \text{ при } 0 < x < x_1, Y^b = \bar{k}x + \bar{u} \text{ при } x > x_1,$$

которое определяет максимально достижимый годовой экономической эффект, а нижняя граница (гарантированный годовой экономической эффект) - уравнением

$$Y^h = \bar{k}x + \underline{u} \text{ при } 0 < x < x_1, Y^h = \underline{k}x + \underline{u} \text{ при } x > x_1,$$

где  $x_1$  находится как решение уравнения  $\bar{k}x_1 + \underline{u} = \underline{k}x_1 + \bar{u}$ .

**Инструментальные средства определения границ экономической эффективности.** В качестве инструментальных средств определения границ экономической эффективности для случая неопределенности исходных данных может быть использован интегрированный математический пакет MAPLE.

Например, для графического решения рассмотренных задач его инструментальными средствами удобен следующий оператор:

```
>plots[inequal]({A1*x1+B1*x2<C1,A2*x1+B2*x2<C2,A3*x1+B3*x2<C3},x1=0..1500,x2=0..15000,optionsfeasible=(color=grey),optionsopen=(color=black,thickness=2),optionsclosed=(color=green,thickness=3),optionsexcluded=(color=wite)}
```

Задание интервальных чисел и осуществление операций сложения, вычитания, умножения и деления через следующие присвоения и операторы:

```
x:=[a,b]; type(x,interval);
A &+ B; - сложение интервальных чисел A и B;
A &- B; - вычитание интервальных чисел A и B;
A &* B; - умножение интервальных чисел A и B;
A &/ B; - деление интервальных чисел A и B.
```

При этом обеспечиваются операции и результаты, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Операции и результаты,

Операция	Интервальный результат
$[a, b] + [c, d]$	$[a+c, b+d]$
$[a, b] - [c, d]$	$[a-d, b-c]$
$[a, b] \times [c, d]$	$[\min(a \times c, a \times d, b \times c, b \times d), \max(a \times c, a \times d, b \times c, b \times d)]$
$[a, b] / [c, d]$	$[a, b] \times [c, d]^{-1}$
$[a, b]^{-1}$	$[1/b, 1/a]$ , если $a \times b > 0$

**Практическая реализация информационной технологии определения границ экономической эффективности технологии штамповки.** Пример графического изображения границ эффективности двух сравниваемых технологических процессов, для общего случая задания исходных данных представлен на рис. 1.

Процедура определения границ эффективности вариантов технологических процессов в условиях неопределенности исходных данных имеет вид, представленный на рис. 2.

На рис. 1 ТП № 1 представлен двумя линиями - АВ и BD, а ТП № 2 - линиями DE и EF, описывающими крайние положения всего спектра прямых, соответствующим их интервальным уравнениям.

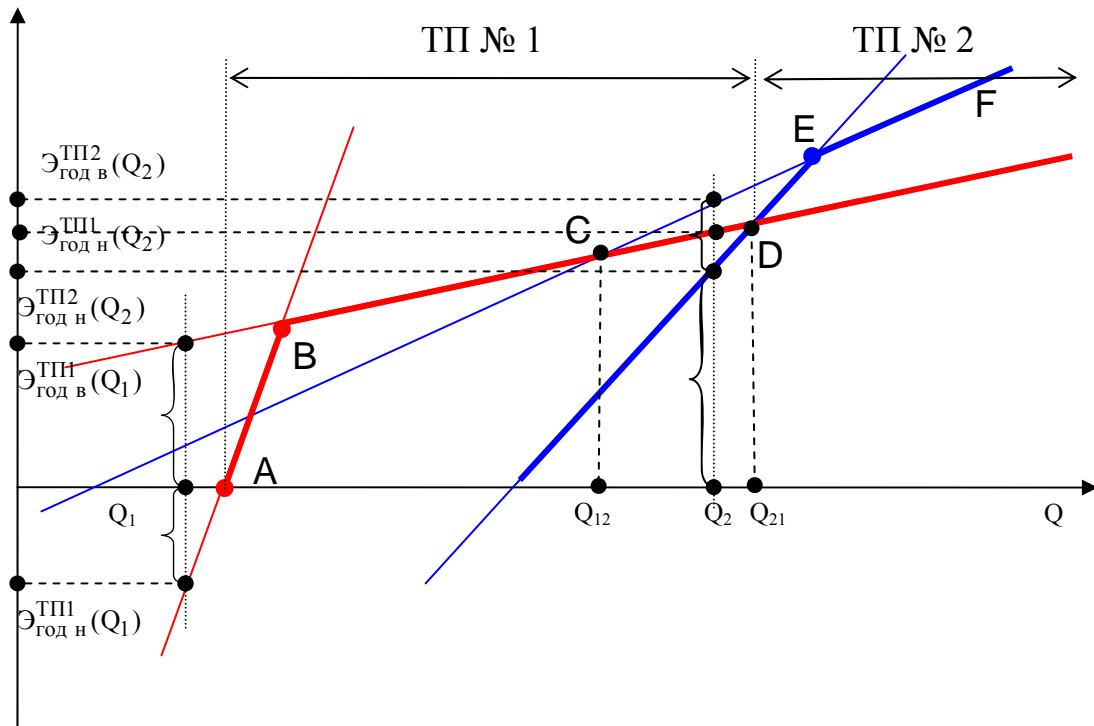


Рис. 1. Изменение годового экономического эффекта при переменных значениях выпуска, для интервальных исходных данных



Рис. 2. Процедура определения границ эффективности вариантов технологических процессов в условиях неопределенности исходных данных

При этом гарантированный экономический эффект для ТП № 1 соответствует ломаной линии ABD, а для ТП № 2 – DEF. Очевидно, что на других участках из всего спектра возможных линий экономическая эффективность носит вероятностный характер.

Так, например, учитывая равно вероятный характер распределения величины эффективности внутри интервала изменения для программы выпуска  $Q_1$  ее значение для ТП № 1 составит

$$P(Q_1)_{\text{ТП 1}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год в}}^{\text{ТП 1}}(Q_1)}{\{\mathcal{E}_{\text{год в}}^{\text{ТП 1}}(Q_1) + \mathcal{E}_{\text{год н}}^{\text{ТП 1}}(Q_1)\}}, \quad (5)$$

а вероятность достижения большего  $\mathcal{E}_{\text{год}}$  для ТП № 2 по отношению к ТП № 1 при программе выпуска  $Q_2$

$$P(Q_2)_{\text{ТП 2}} = \frac{\{\mathcal{E}_{\text{год в}}^{\text{ТП 2}}(Q_2) - \mathcal{E}_{\text{год н}}^{\text{ТП 1}}(Q_2)\}}{\{\mathcal{E}_{\text{год в}}^{\text{ТП 2}}(Q_2) - \mathcal{E}_{\text{год н}}^{\text{ТП 2}}(Q_2)\}}. \quad (6)$$

Из рис. 1 видно, что гарантировано высокий экономический эффект до значения программы выпуска  $Q_2$  обеспечивается для ТП № 1, а свыше этого значения – для ТП № 2 (ломаная линия ABDEF). Вместе с тем, существует вычисляемая по антологии с формулой (6) вероятность того, что использование ТП № 2 на участке CE (начиная с программы выпуска  $Q_{12}$ ) будет экономически более целесообразно (ломаная линия ABCF).

Координаты точек B, C, D, E, удовлетворяющие условию гарантированной эффективности, располагаются на ломаной линии, разграничивающей сферы экономической целесообразности применения сравниваемых вариантов.

### Выводы

Научная новизна полученных результатов состоит в теоретически обоснованном решении организационно-экономической задачи по повышению

эффективности технологических решений в штамповочном производстве, путем учета неопределенности исходных данных, на основе использования информационной технологии поддержки принятия управленческих решений.

В процессе решения указанной задачи усовершенствован метод определения границ экономической эффективности вариантов технологических процессов изготовления штампованных деталей в зависимости от объема производственной программы на основе систем интервальных уравнений показателей экономической эффективности, что позволяет учесть риски принятия решений, учитывающие неопределенность исходных данных.

Внедрение разработанных инструментальных средств поддержки принятия решений при альтернативном выборе технологических процессов штамповочного производства позволяет реализовать информационную технологию обоснованного выбора технологического процесса холодной штамповки. Это дает возможность проводить научно обоснованное оперативное планирование, повысить экономические показатели хозяйственной деятельности предприятия и обеспечить эффективное управление с учетом особенностей предприятия и ресурсных ограничений.

### Список литературы

1. Модель, методы и инструментальные средства поддержки принятия решений в наукоемком высокотехнологическом производстве: монография / В.М. Вартамян, Б.Б. Стелюк, М.А. Голованова, И.В. Дронова. – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2009. – 224 с.
2. Цал-Цалко Ю.С. Витрати підприємства: навчальний посібник / Ю.С. Цал-Цалко. – К.: ЦУЛ, 2002. – 656 с.

Поступила в редколлегию 18.12.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Авраменко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

### ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАРІАНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПОЧАТКОВИХ ДАНИХ

М.А. Голованова

Пропонується інформаційна технологія визначення меж ефективності варіантів технологічних процесів з урахуванням невизначеності початкових даних. Описано процедуру визначення меж ефективності варіантів технологічних процесів і програмно-інструментальні засоби реалізації вказаної процедури.

**Ключові слова:** межі ефективності, технологічний процес.

### INFORMATION TECHNOLOGY OF DETERMINATION OF SCOPES OF EFFICIENCY OF VARIANTS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN THE CONDITIONS OF VAGUENESS OF BASIC DATA

M.A. Golovanova

The information technology of delimitation of technological processes efficiency taking into account uncertainty of initial data is offered. Procedure of delimitation of efficiency of variants of technological processes and tools implementers of the specified procedure is described.

**Keywords:** scopes of efficiency, technological process.