

**Таблица.** Сравнение вариантов финансирования

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Совокупный приток денежных средств от проекта, млн.руб.	22009,9	22009,9	22009,9
Совокупный отток денежных средств от проекта, млн.руб.	19929,6	19885,9	19890,7
Свободные денежные средства, генерируемые проектом на конец прогнозируемого периода, млн.руб.	2963,73	2859,3	2789,7
Чистая настоящая стоимость вложений, млн.руб.	697,8	727,7	731,8
Внутренняя норма рентабельности, %	68	62	62
Простой срок окупаемости, лет	3,6	3,3	3,3
Дисконтированный срок окупаемости, лет	3,9	3,7	3,7

Данные таблицы показывают хорошую доходность проекта и достаточный запас прочности для возврата средств при всех вариантах финансирования. Наиболее предпочтительным вариантом является использование кредитных средств на приобретение оборудования (варианты 2 и 3), как имеющие наименьший как простой, так и дисконтированный срок окупаемости, и больший денежный остаток на конец реализации проекта.

### ВАРИАЦИОННО-ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНОЙ САМООРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Мальцев В.А.

*Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики,  
Новосибирск*

Практическое использование вариационных принципов неравновесной термодинамики в экономике основывается на «S-теореме» (критерии относительной упорядоченности сложной системы) и критерии максимума возникновения энтропии. Термодинамический критерий упорядоченности определяется разностью энтропий выделенных состояний ( $S_0$  –  $S_1$ ) самоорганизующейся экономической системы и формулируется в виде неравенства:

$$\Delta S = S_0 - S_1 = - \int (\ln \frac{f_1(x)}{f_0(x)}) f_1(x) dx \geq 0, \quad (1)$$

где  $f_0(x)$ ,  $f_1(x)$  — функции распределения выделенных состояний;  $x$  — любой общий параметр производственного фактора, управляющий процессом самоорганизации экономической системы.

Формула (1) дает возможность количественно рассчитать относительную степень упорядоченности выделенных состояний экономической системы и при наличии нескольких управляющих параметров позволяет осуществлять оптимизацию поиска ее наиболее упорядоченного состояния. Определение относительной степени упорядоченности исследуемой системы производится непосредственно по эксперименталь-

ным данным. Сначала для рассматриваемой системы проводится выбор управляющих параметров. Выбирается два состояния системы при значениях управляющих параметров  $a_0$  и  $a_0 + \Delta a$  и экспериментально определяются временные реализации этих параметров  $x(t, a_0)$  и  $x(t, a_0 + \Delta a)$ , по которым с применением соответствующей компьютерной программы строятся функции распределения  $f(x, a_0)$  и  $f(x, a_0 + \Delta a)$ . После приведения этих функций к канонической форме проводится расчет относительной степени упорядоченности экономической системы по формуле (1).

Принцип максимума возникновения энтропии для экономических систем формально выражается в виде

$$S(X) = \sum_i p(x_i) \log \frac{1}{p(x_i)} = \max_{p(x_i)}, \quad (2)$$

где  $x_i$  — экотермодинамический поток  $i$ -го вида;  $p(x_i)$  — относительная доля потока  $i$ -го вида.

С учетом ценовых ограничений на материальные и денежные ресурсы  $U(X) = \sum p(x_i) U(x_i) \leq \text{const}$ , принцип максимума возникновения энтропии записывается следующими образом:

$$S(X) = \lambda U(X) = \max_{p(x_i)} \quad (3)$$

где  $\lambda$  — множитель Лагранжа, играющего роль масштабного коэффициента.

Из выражения (1.3.7) непосредственно выводится зависимость относительной доли экотермодинамического потока  $x_i$  от его стоимости  $U(x_i)$ :

$$p(x_i) = \exp [-\lambda U(x_i)] / Z, \quad (4)$$

где  $Z$  — нормирующий параметр.

Формула (4) показывает, чем выше стоимость того или иного потока  $x_i$ , тем меньше его относительная доля в реализации процесса самоорганизации экономической системы. Таким образом, в нелинейной области из критерия максимума возникновения энтропии с достаточной степенью достоверности можно получить оптимальное распределение экотермодинамических потоков в метастабильных состояниях экономических систем.