УДК 330.46

ТРУДНОСТИ В СМЫСЛЕ И. Б. РУССМАНА И ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ

М. З. Берколайко, Ю. В.Долгих, К. Г. Иванова

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 12.04.2008 г.

Аннотация. В статье показывается, как оценки трудности достижения цели, предложенные И. Б. Руссманом, могут быть использованы в качестве базового показателя при оценке надежности достижения цели управления социально-экономической системой.

Ключевые слова: управление социальными и экономическими системами, базовый показатель.

Abstract. In the article it shows as the estimations of the difficulty of achievement of the objective, proposed by I. B. Russman, can be used as the base index for the estimation the reliability of the achievement of the objective of control by social and economic system.

Key words: control by social and economic system, base index.

ВВЕДЕНИЕ

Возможность и области применения понятия «надежность» при определении эффективности функционирования социально-экономических систем в значительной степени обусловлены характером и особенностями организации управления ими (см., например, [2, 6, 7]). Большинство организаций отличает сложная внутренняя структура, а внутреннее состояние организации носит неопределенный характер в силу того, что основу ее составляют люди, действия которых зависят от множества факторов, в том числе неподдающихся контролю со стороны управления [4]. Каждая организация вынуждена действовать к тому же в условиях стремительно меняющейся среды. В итоге от системы перестают требовать оптимальных значений «выходных» параметров, удовлетворяясь допустимыми, эффективность теряет связь с оптимальностью и становится все более связанной с гарантированностью и надежностью. Надежность при этом может рассматриваться и как свойство процесса функционирования системы, определяющее его соответствие некой норме, и как свойство, характеризующее систему с точки зрения возможности достижения поставленной цели.

В этой статье мы, продолжая исследовать перспективы применения аппарата трудностей И. Б. Руссмана [3], попытаемся показать, как трудность достижения цели может быть использована в качестве базового показателя при оценке надежности достижения цели управления.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Функционирование надежной системы характеризуется сохранением основных ее характеристик в установленных пределах. Особенностью управления в социально-экономических системах является то, что в подавляющем большинстве случаев оно ориентировано не на полное погашение отклонений (выполнение этой задача в современных условиях крайне затруднительно), а на поддержание колебаний выходных параметров в пределах, не угрожающих системе потерей устойчивости и разрушением. Другими словами это означает, что действия такой системы направлены на минимизацию отклонений текущего ее состояния от некоторого заданного идеала — цели, являющейся ключевым аспектом при изучении свойств и механизмов поведения систем управления.

По отношению к системе цель может рассматриваться как желаемое состояние ее выходов, т.е. некоторое значение ее целевой функций. Рассмотрим систему в процессе достижения цели, в движении от ее текущего состояния к некоторому будущему результату, количественное выражение которого есть A_{pl}. Допустим, что на достижение цели отводится время t_{pl}. Предположим также, что существует минимальная скорость $V_{\min}$ движения к цели во времени и максимальная скорость $V_{\max}$ [1]. Измерять количественное выражение результата и время, необходимое для его достижения, удобнее всего в безразмерных величинах; для этого примем A_{pl} и t_{pl} равными единице или 100 %. На рис. 1 траекториям движения системы с минимальной и максимальной скоростями соответствуют прямые OD и OB.

При этом, как показано в [4], ломаная OD_1C является границей запретной зоны, и для любой точки M с координатами (t', A'), описывающей положение системы на произвольной траектории движения к цели в пределах параллелограмма OB_1CD_1, за величину риска недостижения цели принимается расстояние:

$$r(M) = \max\left\{\ln\frac{1}{1-d_1}, \ln\frac{1}{1-d_2}\right\}, \qquad (1)$$

$$d_1 = \frac{\varepsilon_1(1-\mu_1)}{\mu_1(1-\varepsilon_1)}, \qquad (2)$$

$$d_2 = \frac{\varepsilon_2(1-\mu_2)}{\mu_2(1-\varepsilon_2)}, \qquad (3)$$

где $\varepsilon_1 = \frac{|E_1E_2|}{|E_1E_3|}, \mu_1 = \frac{|E_1M|}{|E_1E_3|}, \varepsilon_2 = \frac{|F_1F_2|}{|F_1F_3|}, \mu_2 = \frac{|F_1M|}{|F_1F_3|}$.

Обозначим траекторию движения системы к цели $\Gamma_f = \{t; f(t)\}$, где $f(t)$ — непрерывная функция. Тогда для любой точки $M(t, f(t))$, находящейся на этой траектории внутри параллелограмма OB_1CD_1, выполняются неравенства $k_2 t - f(t) \geq 0$ и $1 + k_1(t-1) \geq f(t)$.

Для упрощения дальнейших выкладок перейдем к другой форме оценки трудности достижения цели

$$d(t) = \max\{d_1(t), d_2(t)\}, \quad d(t) \in [0,1]. \qquad (4)$$

Этот переход правомочен в том смысле, что с точки зрения монотонности и результатов решения задач минимизации трудностей (1) и (4) эквивалентны, поскольку:

1) если $\ln\frac{1}{1-d_1(t)} \geq \ln\frac{1}{1-d_2(t)}$, то $d_1(t) \geq d_2(t)$ и наоборот;

2) если $\ln\frac{1}{1-d_i(t)}$, $i = 1,2$ возрастает (убывает) на интервале $[a.b] \subset (0,1]$, то $d_i(t)$ также возрастает (убывает) на этом интервале и наоборот.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЦЕНОК ТРУДНОСТИ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ

В статье [3] было показано, как с помощью трудностей, рассчитанных на основе оценки качества ресурсов организации, можно получить характеристику надежности ее функцио-

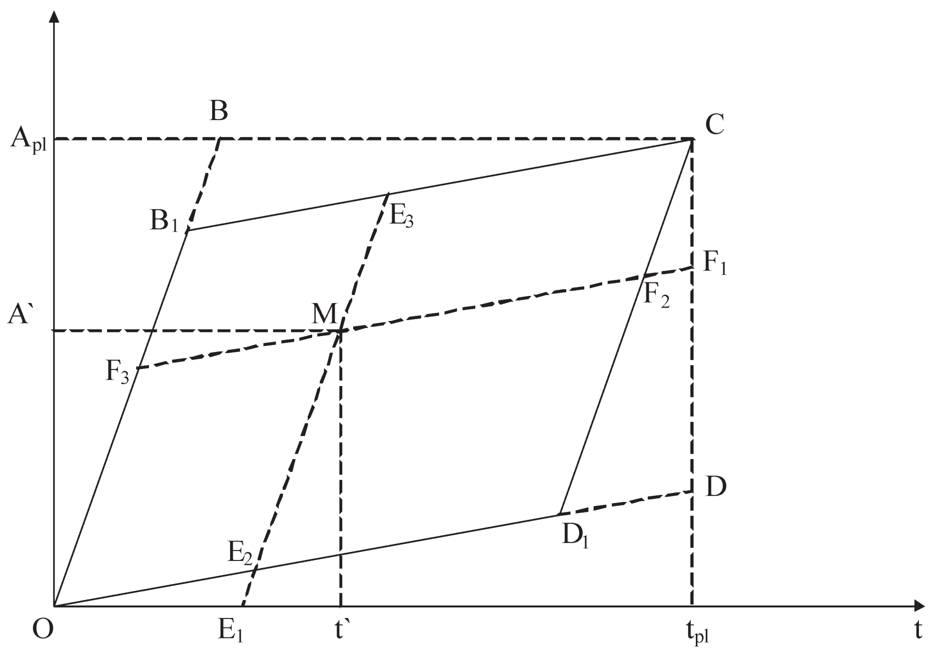

Рис. 1. Геометрическая интерпретация движения системы к цели

нирования. Теперь мы покажем, как трудности, рассчитанные на основе геометрической интерпретации движения системы, могут быть использованы для характеристики надежности достижения цели. При этом, в частности, появляется возможность решить следующие две задачи управления:

— мониторинг движения системы по траектории;

— определение порогового значения трудности достижения цели, превышение которого признается нежелательным.

Для этого более детально рассмотрим свойства трудности d(t) на возможных траекториях движения системы.

Введем обозначение $V_{\min} = k_1$, $V_{\max} = k_2$, при этом $0 \le k_1 < 1 \le k_2$. Для произвольной точки M на траектории достижения цели по формулам (2)—(3) получаем

$$d_1(t) = \frac{k_1(k_2 t - f(t))(1 - f(t) + k_1 t - k_1)}{(k_2 - k_1)(1 - k_1)f(t)},$$

$$d_2(t) = \frac{(k_2 t - f(t))(1 - f(t) + k_1 t - k_1)}{(k_2 - k_1)(k_2 - 1)(1 - t)}.$$

Введем обозначение

$$\frac{(k_2 t - f(t))(1 - f(t) + k_1 t - k_1)}{(k_2 - k_1)} = g(t),$$

тогда

$$d_1(t) = \frac{k_1 g(t)}{(1 - k_1)f(t)}, \ \ d_2(t) = \frac{g(t)}{(k_2 - 1)(1 - t)}.$$

Рассмотрим далее специфическую траекторию, имеющую вид двухзвенной ломаной

$$f(t) = \begin{cases} k_3 t, \ \ 0 \le t \le t_0 \ \ (\text{1-е звено}); \\ 1 - k_4(1 - t), \ \ t_0 < t \le 1 \ \ (\text{2-е звено}), \end{cases} \quad (5)$$

где $t_0 = \dfrac{1 - k_4}{k_3 - k_4}$ — точка перехода траектории с первого звена на второе.

Исследуем для каждого звена неравенство $d_1(t) \ge d_2(t)$ $(d_2(t) \ge d_1(t))$.

Введем обозначения для $d_i(t)$, $i = 1,2$:

$d_i^{(1)}(t)$ на первом звене $y = k_3 t$,

$d_i^{(2)}(t)$ на втором звене $y = 1 - k_4(1 - t)$.

Для I звена неравенство $d_1^{(1)}(t) \ge d_2^{(1)}(t)$ выполняется при условии $t \le t_1$, где

$$t_1 = \frac{k_1(k_2 - 1)}{k_1(k_2 - 1) + k_3(1 - k_1)}.$$

Для II звена неравенство $d_2^{(2)}(t) \ge d_2^{(1)}(t)$ выполняется при условии $t \ge t_2$, где

$$t_2 = \frac{k_4(1 - k_1) + k_1 k_2 - 1}{k_4(1 - k_1) + k_1 k_2 - k_1}.$$

Из выражений (2)—(3) вытекает характер поведения трудностей $d_i(t)$ на траектории Γ_f. На первом звене $d_1^{(1)}(t)$ монотонно убывает, принимая значения в промежутке $\left(\dfrac{k_1(k_2 - k_3)}{k_3(k_2 - k_1)}, 0\right]$; на втором звене $d_2^{(2)}(t)$ монотонно взрастает со значениями в промежутке $\left[0, \dfrac{k_4 - k_1}{k_2 - k_1}\right)$. О характере монотонности $d_2^{(1)}(t)$ и $d_1^{(2)}(t)$ можно сказать только, что каждая из них может иметь не более 2 точек экстремума (одну точку максимума и одну точку минимума). Различные варианты взаимного расположения точек t_0, t_1, t_2 и точек экстремума $d_2^{(1)}(t)$ и $d_1^{(2)}(t)$ определяют возможное количество локальных минимумов трудности на траектории $f(t)$. Очевидно, что при большом их количестве задача мониторинга движения системы существенно усложняется. Оценка ситуации, при которых трудность на траектории $f(t)$ принимает минимальное значение не более чем в 2 точках, позволяет сформулировать следующие утверждения.

1. Если выполняется равенство

$$k_3(k_4(1 - k_1) + k_1 k_2 - 1) = k_1(k_2 - 1),$$

то $t_0 = t_1 = t_2$, и в этой точке принимается значение Min $d(t)$ – наименьшее значение $d(t)$ на траектории Γ_f, которое равно

$$\operatorname{Min} d(t) = d_1^{(1)}(t_0) = \frac{k_1(k_2 - k_3)(k_4 - k_1)(k_3 - 1)}{k_3(k_2 - k_1)(1 - k_1)(k_3 - k_4)}. \quad (6)$$

2. Если выполняются неравенства

$$k_3(k_4(1 - k_1) + k_1 k_2 - 1) < k_1(k_2 - 1)$$

$$8 \ \ 1 - \sqrt{\frac{k_3 - 1}{k_3 - k_1}} < t_1$$

то $t_2 < t_1 < t_0$ и точка максимума $d_2^{(1)}(t)$ расположена левее точки t_1. При этом единственное минимальное значение трудности на траектории Γ_f достигается в точке t_0 и его значение равно

$$\operatorname{Min} d(t) = d_2^{(2)}(t_0) = \frac{(1 - k_4)(k_2 - k_3)(k_4 - k_1)}{(k_2 - k_1)(k_2 - 1)(k_3 - k_4)}. \quad (7)$$

3. Если выполняются неравенства

$$k_3(k_4(1 - k_1) + k_1 k_2 - 1) < k_1(k_2 - 1)$$

$$\text{и } 1 - \sqrt{\frac{k_3 - 1}{k_3 - k_1}} > t_0,$$

то $t_2 < t_1 < t_0$ и точка максимума $d_2^{(1)}(t)$ расположена правее точки t_0. При этом единственное минимальное значение трудности на траектории Γ_f достигается в точке t_1:

$$\operatorname{Min} d(t) = d_1^{(1)}(t_1) =$$

$$= \frac{k_1(k_2 - k_3)(k_1(k_2 - 1)(1 - k_3) + k_3(1 - k_1)^2)}{k_3(k_2 - k_1)(1 - k_1)(k_1(k_2 - 1) + k_3(1 - k_1))}. \quad (8)$$

4. Если выполняются неравенства

$$k_3(k_4(1 - k_1) + k_1k_2 - 1) < k_1(k_2 - 1)$$

$$8 \;\; t_1 < 1 - \sqrt{\frac{k_3 - 1}{k_3 - k_1}} < t_0,$$

то $t_2 < t_1 < t_0$ и точка максимума $d_2^{(1)}(t)$ расположена между точками t_1 и t_0. При этом на траектории Γ_f минимум трудности может достигаться в одной из двух точек t_1 или t_0, а минимальное значение равно

$$\operatorname{Min} d(t) = \min\left\{d_1^{(1)}(t_1); \mathrm{d}_2^{(2)}(t_0)\right\}. \quad (9)$$

Нам представляется, что для практического использования наиболее пригодно первое утверждение. В самом деле, функция $d(t)$ в этом случае представляет из себя двухзвенную ломаную, которая начинается в точке $\left(0, \frac{k_1(k_2 - k_3)}{k_3(k_2 - k_1)}\right)$, имеет наименьшее значение $\frac{k_1(k_2 - k_3)(k_4 - k_1)(k_3 - 1)}{k_3(k_2 - 1)(1 - k_1)(k_3 - k_4)}$ в точке перехода на другое звено при $t_0 = t_1 = t_2$ и заканчивается в точке $\left(1, \frac{k_4 - k_1}{k_2 - k_1}\right)$ (неопределенности вида $\frac{0}{0}$ в выражениях $d_1^{(1)}(t)$ при $t \to 0+$ и $d_2^{(2)}(t)$ при $t \to 1-$ легко раскрываются и приводят к вышеуказанным значениям).

Это соображение позволяет в практических ситуациях «мониторить» изменение трудности по классу траекторий $\mathcal{K}$ двухзвенных ломаных вида $\Gamma_f = \{t; f(t)\}$ ($f(t)$ определяется выражением (5)), который задается условиями

$$k_1 < k_4 < 1 < k_3 < k_2$$

$$\text{и } k_3(k_4(1 - k_1) + k_1k_2 - 1) = k_1(k_2 - 1).$$

Разумеется, таких траекторий – бесчисленное множество (в плоскости k_3Ok_4 они задаются частью гиперболы вида $k_3k_4 + ak_3 = b$), но ими не исчерпывается весь класс возможных двухзвенных ломаных траекторий. Однако, этого класса $\mathcal{K}$ вполне хватает для принятия решения о выборе траектории движения к цели.

Если же мониторинг представляется невозможным или нецелесообразным даже на сравнительно небольшом дискретном множестве моментов времени контроля, то можно использовать методику, представленную в [3], при этом верхняя граница трудности достижения цели организационной системой должна быть меньше, чем $\operatorname{Min} d(t)$ на выбранной траектории из класса $\mathcal{K}$, где $\operatorname{Min} d(t)$ вычисляется формуле (6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ обеспечения надежности управления для конкретных производственных систем согласно предложенной методике мы надеемся привести в дальнейших работах. Отметим только, что модифицированная согласно этой методике стратегия управления портфелем ценных бумаг, предложенная в [4], уже сейчас достаточно успешно применяется для управления портфелем российских «голубых фишек».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабунашвили М.К.* Контроль и управление в организационных системах / М. К. Бабунашвили, М. А. Бермант, И. Б. Руссман // Экономика и математические методы. — 1969. — Т. 5, № 2. — С. 480—492.

2. *Берг А. И.* Кибернетика и надежность/ А. И. Берг — М.: Наука. 1964. — 288 с.

3. *Берколайко М.З.* Применение аппарата трудностей к оценке надежности управления организационными системами / М. З. Берколайко, Ю. В. Долгих // Сборник трудов X Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», Санкт-Петербург-2006. — С. 28—34.

4. *Берколайко М.З.* О некоторых методах формирования и управления портфелем активов. Часть 1/ М. З. Берколайко, И. Б. Руссман// “Экономическая наука современной России”, РАН. — 2004. — № 1. — С. 18—32

5. *Берколайко М.З.* О некоторых методах формирования и управления портфелем активов. Часть 2/ М. З. Берколайко, И. Б. Руссман// “Экономическая наука современной России”, РАН. — 2004. — № 2. — С. 25—36

6. *Бир Ст.* Кибернетика и управление производством./ Ст. Бир. — М.: Наука, 1965. — 276 с.

7. *Пушкин В. Г.* Проблема надежности. (Философский очерк)/ В. Г.Пушкин. — М.: Наука, 1971. — 292 с.

8. Солодкая М. С. Надежность, эффективность, качество систем управления/ М.С. Солодкая// Credo. Теоретический философский журнал. – 1999. №5(17) .- С. 18—32

Берколайко Марк Зиновьевич - доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры Финансов и кредита, экономический факультет, Воронежский государственный университет. Тел. (4732) 210-668, доп.207.

Долгих Юрий Викторович - аспирант кафедры Экономики труда и основ управления, экономический факультет, Воронежский государственный университет. Тел. (4732) 210-668, доп.209.

Иванова Ксения Георгиевна - аспирант кафедры Финансов и кредита, экономический факультет, Воронежский государственный университет. Тел. (4732) 210-668, доп.207.

Berkolajko Mark Z. – Doctor of physics-math. Sciences, Professor, Department of Finance and credit, Voronezh State University. Tel.(4732) 210-668, add 207.

Dolgih Yuriy V. – Post-graduate student, Department of Экономики труда и основ управления, Voronezh State University. Tel. (4732) 210-668, add 209.

Ivanova Kseniya G. - Post-graduate student, Department of Finance and credit, Voronezh State University. Tel.(4732) 210-668, add 207.