

БАЗОВЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ И КООРДИНАЦИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*Воронежский институт высоких технологий
Научно-производственный центр "Модуль" г. Москва*

На базе классического кибернетического подхода рассматриваются базовые модели управления и координации, которые целесообразно использовать при моделировании и оптимизации процессов функционирования систем социально-экономического типа.

Ключевые слова: структурная модель, управление, координация.

Согласно кибернетическим представлениям управление в любых системах реализуется в виде структурной модели, представленной на рис. 1, где: UP – управляющая подсистема (управляющий субъект, орган управления, Центр); UO – управляемый объект; $\xi(t)$ – внешние отклоняющие воздействия, U – управляющие воздействия или управления; O – обратная связь [1]. Базовой эта модель называется потому, что позволяет, унифици-

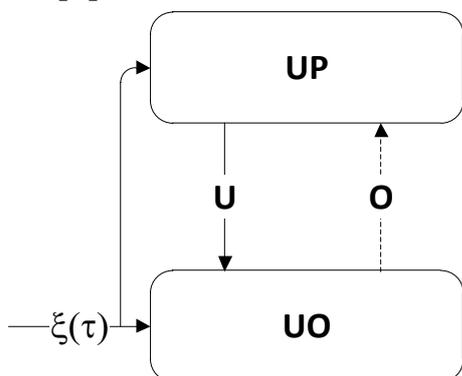


Рис. 1. Базовая структурная модель управления

ровано описывать процессы управления в многоуровневых иерархических системах за счет модульного наращивания, как по «вертикали», так и по «горизонтали». Другими словами, используя данную модель и применяя операцию «вложения» можно строить модели сколь угодно сложных многоуровневых иерархических систем, подобно тому, как из кубиков конструктора складываются довольно сложные конструкции. На рис. 2. приведен пример,

иллюстрирующий сказанное применительно к построению модели трехуровневой системы, каждый уровень которой (кроме первого) состоит из двух управляющих органов (для упрощения внешние отклоняющие воздействия опущены).

Рассмотрим формальные постановки задач управления в социально-экономических системах, ориентируясь на описанную выше модель.

Обозначим:

- $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ – управляемые параметры системы, то есть те параметры, которые можно изменять в определенных пределах для достижения требуемого эффекта управления;

- $f_j(u_1, u_2, \dots, u_n) = 0$ – уравнения, отражающие связи между управляемыми параметрами;

- U_i – области допустимых значений параметров управления ($u_i \in U_i; i = 1, \dots, n$);

- $c = (c_1, c_2, \dots, c_m)$ – параметры внешней и внутренней среды системы, влияющие на ее функционирование, но не относящиеся к управляемым параметрам.

Введем в рассмотрение функции:

- $R(u, c)$, характеризующую ущерб, который понесет система за определенный интервал времени;

- $D(u, c)$, характеризующую доход, который получит система в течение определенного периода времени;

- $E[R(u, c), D(u, c)]$, характеризующую целевую эффективность системы за тот же период времени.

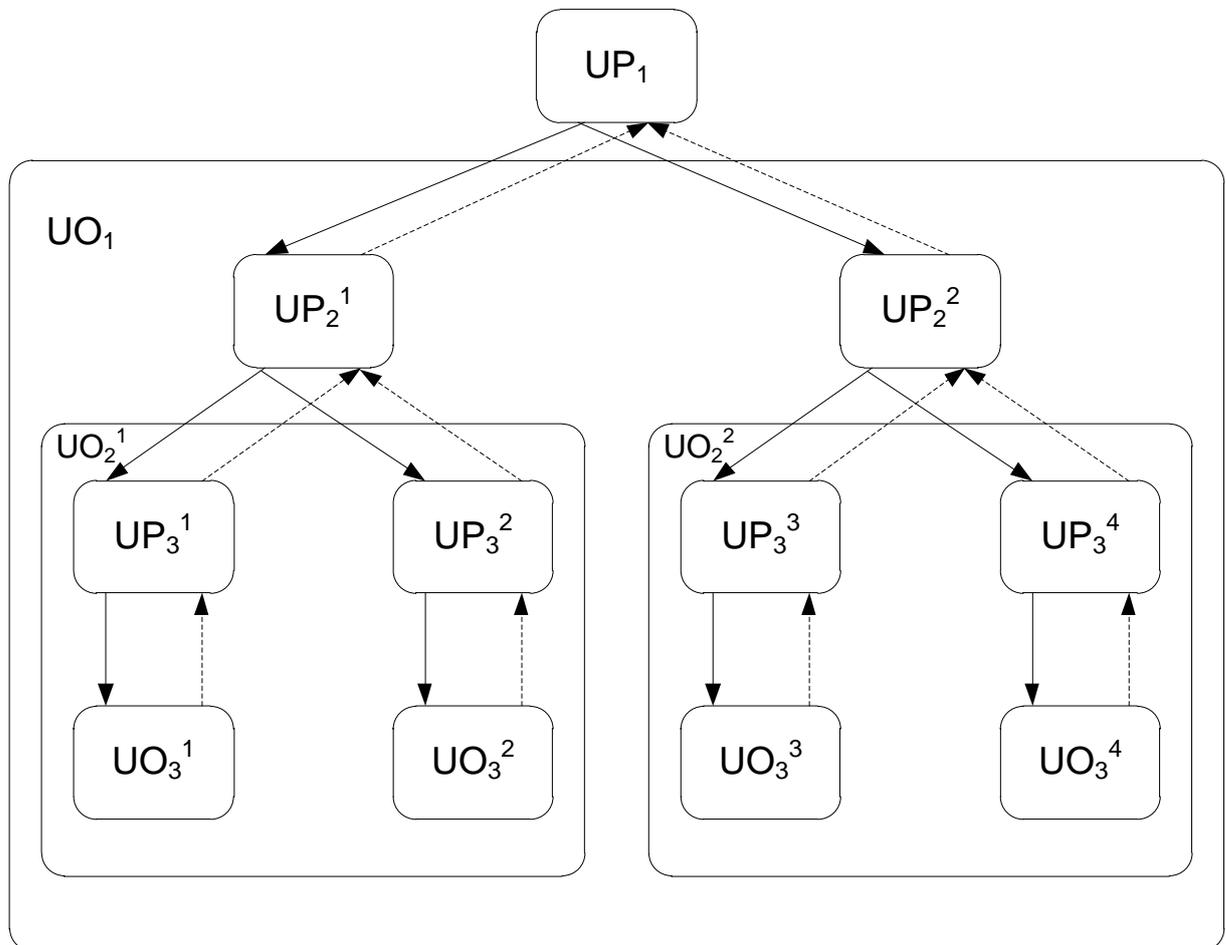


Рис. 2. Представление трехуровневой системы с помощью базовой модели управления

Тогда задача управления будет определяться тем, какую стратегию поведения выберет система.

Возможны три варианта.

А) Система довольствуется имеющимся доходом, а всю свою деятельность направляет на сокращение (минимизацию) возможного ущерба. Такая задача называется управлением по минимуму ущерба и в формальном представлении выглядит так:

$$(u_1^*, u_2^*, \dots, u_n^*) = \text{Arg} \min_{u_1, \dots, u_n} R(u, c); \quad (1)$$

при ограничениях

$$f_j(u_1, u_2, \dots, u_n) = 0; \quad j = 1, \dots, J;$$

$$u_i \in U_i; \quad i = 1, \dots, n;$$

$$D(u) \geq D_F,$$

где D_F – некоторое фиксированное значение дохода, удовлетворяющее данную систему.

Читается (1) так: необходимо определить такие параметры управления $u_1^*, u_2^*, \dots, u_n^*$ из числа допустимых и с учетом их взаимозависимости, при которых урон, понесенный системой в связи с выполнением своих функций, будет минимальным, а доход не снизится ниже определенной величины.

Б) Система все свои усилия направляет на максимизацию дохода, сохраняя при этом определенный уровень ущерба. Такая задача называется управлением по максимуму дохода и в формальном представлении выглядит так:

$$(u_1^*, u_2^*, \dots, u_n^*) = \text{Arg} \max_{u_1, \dots, u_n} D(u, c); \quad (2)$$

при ограничениях

$$f_j(u_1, u_2, \dots, u_n) = 0; \quad j = 1, \dots, J;$$

$$u_i \in U_i; \quad i = 1, \dots, n;$$

$$R(u) \leq R_F,$$

где R_F – некоторое фиксированное значение ущерба, удовлетворяющее данную систему.

Читается (2) так: необходимо определить такие параметры управления $u_1^*, u_2^*, \dots, u_n^*$ из числа допустимых и с учетом их взаимозависимости, при которых доход системы будет максимальным, а ущерб не превысит некоторой наперед заданной величины.

В) Система стремится повысить эффективность своего функционирования. Такая задача называется управлением по максимуму эффективности и в формальном представлении выглядит так:

$$(u_1^*, u_2^*, \dots, u_n^*) = \text{Arg} \max_{u_1, \dots, u_n} E[R(u, c)D(u, c)]; \quad (3)$$

при ограничениях

$$\varphi_j(R(u, c), D(u, c)) = 0;$$

$$f_i(u_1, \dots, u_n) = 0, \quad j = 1, \dots, J;$$

$$u_i \in U_i; \quad i = 1, \dots, n,$$

где $\varphi_j(R(u, c), D(u, c)) = 0$ – уравнения, отражающие связь между доходом и ущербом.

Читается (3) так: необходимо определить такие параметры управления $u_1^*, u_2^*, \dots, u_n^*$ из числа допустимых и с учетом их взаимозависимости, при которых конечная эффективность функционирования системы, зависящая как от дохода, так и от возможного ущерба, будет максимальной.

Рассмотренные задачи называются базовыми математическими моделями управления. Особый класс задач управления в социально-экономических системах составляют задачи координации, отличающиеся от традиционных управленческих задач следующими основными чертами [2]:

а) основная цель координации – найти и реализовать такие управленческие решения, которые, с одной стороны, удовлетворяли бы индивидуальным интересам субъектов, образующих систему, а с другой, – соответствовали целевой функции всей системы;

б) координация предполагает специализацию управленческой деятельности, то есть разделение общей управленческой функции на частные функции с их возложением на различные организационные компоненты;

в) проблема координации возникает тогда, когда между компонентами системы, есть противоречия, но нет антагонизма, и они обладают определенной самостоятельностью при выборе управленческих решений;

г) при координации вышестоящий решающий компонент (координатор) имеет право вмешиваться в деятельность субъектов, не навязывая им линии поведения, а, помогая разрешать возникающие проблемы.

Пусть некоторая система S представляется двумя эшелонами: S_1 и S_2 , $S = \{S_1, S_2\}$. На первом эшелоне представления S_1 она состоит из подсистемы управления U и управляемого процесса P (процесса совместной реализации проектов), то есть $S_1 = \{U, P, m, u\}$, где m – управляющие воздействия; u – информация о текущем состоянии управляемого процесса.

Для определенности положим, что функция подсистемы управления заключается в выработке управлений, приводящих к минимуму отклонение параметров управляемого процесса δ_r от заданного целевого состояния на интервале времени $[t, t + T]$. Тогда оптимальными будут такие управления m^* , что [3]

$$\delta_P(m^*, u) \Big|_{t, t+T} \rightarrow \min_{m \in M}, \quad (4)$$

где M – область допустимых управлений.

Трудности в решении задач подобного типа начинаются с переходом ко второму эшелону представления системы, то есть с раскрытия структуры и механизмов формирования управляющих воздействий.

Пусть второй эшелон S_2 образован координатором C_0 и регуляторами C_1, C_2 – субъектами, непосредственно управляющими ходом выполнения своих проектов P_1, P_2 , составляющими процесс P , $\{P_1, P_2, v\} = P$, где v – взаимосвязи между проектами.

Другими символами обозначим: u_1, u_2 – координирующие воздействия; m_1, m_2 – управляющие воздействия; u_1, u_2 – информация о состоянии выполняемых проектов; u_0 – информация о рассогласовании параметров выполняемых проектов.

Для определенности предположим, что C_1 и C_2 вырабатывают управляющие воздействия m_i^* , так что

$$\delta_{P_i}[m_i^*(y_i, u_i)] \Big|_{t, t+T} \rightarrow \min_{m_i \in M_i} \quad i = 1, 2, \quad (5)$$

где M_i – область допустимых управляющих воздействий.

То есть их функции сводятся к тому, чтобы при фиксированных координирующих воздействиях минимизировать отклонения параметров управляемых проектов δ_{P_i} от заданных целевых состояний.

Тогда формально задача координации будет заключаться в выработке таких координирующих воздействий u_1^* и u_2^* , что

$$\delta_P[m_1^*(y_1^*, u_1), m_2^*(y_2^*, u_2), u_0, v] \Big|_{t, t+T} \rightarrow \min_{y_1, y_2 \in Y}, \quad (6)$$

где Y – область допустимых координирующих воздействий; $v = v(m_1, m_2, u_1, u_2)$ – функция, ограничивающая выбор управляющих и координирующих воздействий из-за взаимосвязанности проектов.

Иными словами, функция координатора будет заключаться в том, чтобы на основании информации о характере рассогласования частных проектов выработать и довести до исполнителей такие координирующие воздействия, которые помогут им вырабатывать управляющие воздействия, минимизирующие отклонения общего процесса от заданного целевого состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организации: управление, конфликты, кризисы, риски: учебное пособие / Под ред. С.А. Баркалова и В.И. Новосельцева. – Воронеж: «Научная книга», 2009. – 300 с.
2. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических и многоуровневых систем / Пер. с англ. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
3. Новосельцев В.И. Системный анализ: современные концепции. Воронеж, 2002. – 320 с.

V.I. Novoseltsev, A.B. Tarasov

BASE MODEL MANAGEMENT AND COORDINATION OF SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

*Voronezh Institute of High Technologies
Scientific and Production Center "Module", Moscow*

On the basis of the classical cybernetic approach covers the basic model of management and coordination, which should be used in the simulation and optimization of the operation of systems of socio-economic type.

Keywords: the structural model, management, coordination.