

**СЕКЦИЯ «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ
НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ»**

**MODELING AND IDENTIFICATION OF NONLINEAR
DYNAMIC SYSTEMS AND PROCESSES**

DOI: 10.30987/conferencearticle_5e0282129866f1.00678073

УДК 681.5.011

Е.Э. Аверченкова, А.Н. Горбунов

(г. Брянск, Брянский государственный технический университет)

E. E. Averchenkova, A. N. Gorbunov (Bryansk, Bryansk state technical University)

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
РЕГИОНАЛЬНОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ**

**MATHEMATICAL MODEL OF REGIONAL
SOCIO-ECONOMIC SYSTEM CONTROL SYSTEM**

Предложен аппарат теории управления для описания системы управления региональной социально-экономической системой. Для описания разработанной системы управления был использован теоретико-множественный подход, также были рассмотрены особенности динамических процессов систему управления.

The apparatus of control theory is proposed to describe the management system of the regional socio-economic system. For the description of the developed control system the set-theoretic approach was used, also features of dynamic processes of control system were considered.

Ключевые слова: региональная социально-экономическая система, динамические характеристики системы управления, теория управления.

Keywords: regional socio-economic system, dynamic characteristics of the control system, control theory.

Введение

Систематическое изложение структуры теории управления социально-экономическими системами было дано в работах отечественных ученых Института проблем управления РАН им. Трапезникова В.А. [1-5]. Обзор работ в области формализации процессов управления системой управления региональной социально-экономической системой (СУ РСЭС) выявил определенные резервы в развитии этого направления. Так, регионы РФ, интерпретируемые в терминах и понятиях теории управления, как социально-экономические системы являются объектом государственного регулирования [6]. Определим, что особенностью данного исследования является применение в разработанной СУ РСЭС современных инструментов государственного воздействия на регионы и страну в целом -Национальных проектов. При такой постановке определяются условия эффективного развития региона РФ по достижению целевых показателей, заданных

комплексом Национальных проектов, а также предполагаемые управляющие воздействия по достижению желаемого состояния региональной социально-экономической системы.

Таким образом, цель данной работы может быть определена как применение принципов и понятий теории управления для описания региональной социально-экономической системы как со структурной, так и математической точки зрения.

Структурно-функциональная модель СУ РСЭС

Визуальное представление системы управления РСЭС представлено на рис.1. Рассмотрим структуру и функциональные компоненты СУ РСЭС в контексте работ [7,8].

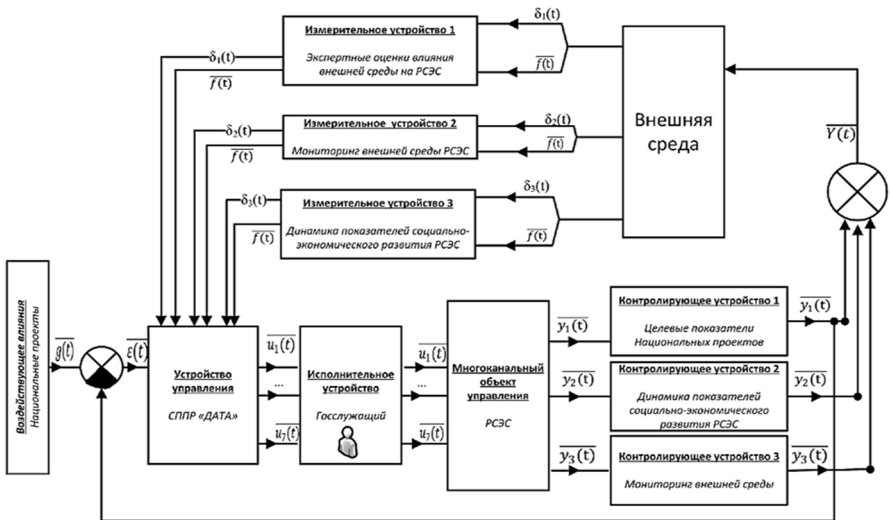


Рис.1. Система управления региональной социально-экономической системой

В общем виде модель СУ РСЭС может быть описана на основе теоретико-множественного подхода кортежем (1):

$$СУ_{РСЭС} = \langle K, G, U, Y, F \rangle, \quad (1)$$

где K -множество компонентов СУ РСЭС.

Компоненты СУ РСЭС можно описать также в виде множества (2):

$$K = \{OU, UU, IU, \{KU_{\sigma} | \sigma = 1, 2, 3\}, \{IU_{\vartheta} | \vartheta = 1, 2, 3\}\}, \quad (2)$$

где OU – объект управления (РСЭС), UU – управляющее устройство (СППР «ДАТА»), IU – исполнительное устройство (абстрактный госслужащий), KU_{σ} ($\sigma = 1, 2, 3$) - три измерительных устройства, IU_{ϑ} ($\vartheta = 1, 2, 3$) - три контролирующих устройства.

С функциональной точки зрения, в данной модели использован комбинированный принцип управления, учитывающий контур отрицательной обратной связи и цепи компенсации погрешностей и возмущений внешней среды.

Задающее воздействие $\overline{g(t)}$ в разработанной СУ РСЭС представлено целевыми установками Национальных проектов РФ. Задающее воздействие $\overline{g(t)}$ поступает на управляющее устройство (СППР «ДАТА») и через систему обратной отрицательной связи корректируется ошибкой $\overline{\varepsilon(t)}$.

Внешняя среда порождает внешние возмущающие воздействия различной природы. Основные возмущения $\overline{f(t)}$ учитываются (компенсируются) управляющим устройством системы, представленным СППР «ДАТА». Информация (сигнал), поступающая от внешней среды на объект управления, перенаправляется на измерительные устройства №1, 2 и 3.

Управляющее устройство формирует управляющее воздействие $\overline{u(t)}$ на объект управления, РСЭС, и представлено системой поддержки принятия решений «ДАТА» (СППР «ДАТА»). Программный комплекс позволяет госслужащему, выполняющему в разработанной системе роль исполнительного устройства и не владеющему навыками моделирования и программирования, оперативно проводить оценку влияния внешней среды на РСЭС и принимать соответствующие управленческие решения.

Особенности функционирования СППР «ДАТА», а также алгоритмы ее работы были ранее описаны в работах авторов [8]. Управляющее устройство обрабатывает полученную с помощью измерительных устройств 1, 2 и 3 текущую информацию о внешней среде. Исполнительное устройство в разработанной СУ РСЭС представлено абстрактным государственным служащим – руководителем низового и среднего звена – который на практике является пользователем СППР «ДАТА», обращается к ней в процессе принятия управленческих решений для формирования управляющих воздействий $\overline{u(t)}$. Векторы выходных координат $y_\varphi(t)$ суммируются и в виде единого вектора $\overline{Y(t)}$ оказывают влияние на внешнюю среду: так проявляется дуалистичная природа РСЭС одновременного как объекта, так и субъекта управления.

Динамические характеристики СУ РСЭС

Для математического описания динамических характеристик системы управления РСЭС предлагается следующая система (3):

$$\left\{ \begin{array}{l} u(t) = (u_1(t), \dots, u_m(t), \delta_1(t)) \\ y(t) = (y_1(t), \dots, y_n(t), \delta_2(t)) \\ S(t) = \|S_{mn}(t)\|_{m=1, n=1}^{7 \times 16} \\ F = \|F_{ijk}\|_{i=1, j=1, k=1}^{9 \times 21} \\ f(t) = \|f_{ijk}(t)\|_{i=1, j=1, k=1}^{9 \times 21} \\ \text{ЛП}_{f_{ijk}}(t_z) = \langle \lambda_{ijk}, P_{ijk}, X_{ijk}, J_{ijk}, V_{ijk}, t_z \rangle \\ \varepsilon(t) = (\varepsilon_1(t), \dots, \varepsilon_k(t)) \\ \text{ЛП}_{\delta_\omega(t_z)} = \langle \lambda_\omega, P_\omega, X_\omega, J_\omega, V_\omega, t_z \rangle \\ g(t) = (g_1(t), \dots, g_{13}(t)) \end{array} \right. , \quad (3)$$

где $u(t)$ – вектор управляющего воздействия, $\delta_1(t)$ – помехи (шумы), имеющие статистический характер, изменяют $u(t)$ в допустимых пределах; $y(t)$ – вектор выходных координат объекта управления; $\delta_2(t)$ – помехи (шумы), имеющие статистический характер, изменяют $y(t)$ в допустимых пределах; $X(t)$ – матрица состояний объекта управления, элементами которой являются S_{mn} – составляющие РСЭС, или $S = \{S_{mn}; m, n \in N, 1 \leq m \leq 7\}$, где S_{mn} – n -ая составляющая m -ой группы РСЭС; N – множество натуральных чисел; O – набор взаимосвязей, определяющий взаимное влияние S_{mn} друг на друга; $F(t)$ – матрица возмущающих воздействий внешней среды, элементами которой являются F – факторы влияния внешней среды, или $F = \{F_{ijk}; i, j, k \in N, 1 \leq i \leq 5, V\}$, i – группы факторов внешней среды 1-го порядка ($i=1..5$); j – группы факторов внешней среды 2-го порядка; k – группы факторов внешней среды 3-го порядка; F_{ijk} – k -й фактор j -й подгруппы i -й группы факторов внешней среды; V – взаимосвязь факторов внешней среды F_{ijk} между собой; $\mathcal{E}(t)$ – ошибка (рассогласование) в траектории выходного вектора $\overline{y(t)}$ от вектора задающего воздействия $\overline{g(t)}$, представленного Национальными проектами РФ.

Выводы

Применение теории управления для описания динамической природы РСЭС позволяет показать причинно-следственный характер явлений управленческого воздействия и формирования выходных координат. Предложенные зависимости являются основой для последующего формирования моделей объекта управления, внешней среды СУ РСЭС, описывающей воздействующий характер Национальных проектов РФ на субъект РФ типа область.

Список литературы

1. Бурков, В.Н. Введение в теорию управления организационными системами / В.Н. Бурков, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков; под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.
2. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М.: Физматлит, 2007. – 584 с.
3. Новиков, Д.А. Введение в теорию управления образовательными системами / Д.А. Новиков. – М.: Эгвес, 2009.
4. Воронин, А.А. Математические модели организаций/ А.А. Воронин, М.В. Губко., С.П. Мишин. Д.А. Новиков. – М.: Ленанд. 2008. – 360 с.
5. Бурков, В.Н. Большие системы: моделирование организационных механизмов/ В.Н. Бурков, Б. Данев, А.К. Еналеев [и др.]. – М.: Наука, 1989.
6. Татаркин, А.И. Институты саморазвития региональных социальноэкономических систем // Институты современной экономики.– СПб: Алетей , 2015. – Т4. – С. 87-160.
7. Аверченкова, Е.Э. Модель региональной социально-экономической системы, функционирующей в условиях малопрогнозируемой внешней среды для информационной советующей системы (на примере Брянской области) / Е.Э. Аверченкова, А.В. Аверченков, В.К. Черкасов, Д.В. Аксененко // Вестник БГТУ. – 2015. –1 (45). – 73-79.
8. Аверченкова, Е.Э. Применение системы поддержки принятия решений «ДАТА» в процессе управления на региональном уровне/ Е.Э. Аверченкова, Е.А. Леонов, А.В. Аверченков // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2019. –№ 3. – С. 7–16.

Материал поступил в редколлегию 20.10.19.