

УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ⁷

А.Г. Давтян¹, О.А. Шабалина², О.Г. Берестнева³, Э. Павлыш⁴

¹Московский физико-технический институт, Россия, Москва, agvs@mail.ru

²Волгоградский государственный технический университет,
Россия, Волгоград, O.A.Shabalina@gmail.com

³Томский политехнический университет, Россия, Томск, ogb6@yandex.ru

⁴Витебский государственный университет,

Республика Беларусь, Витебск, eduard.pavlysh@mail.ru

Аннотация. Описан подход к моделированию современных открытых социально-экономических систем, функционирующих в условиях тотального погружения в информационное пространство. Социально-экономическая система рассматривается как фрагмент информационной сети, образованной множественностью открытых взаимодействующих систем. Миссия социально-экономической системы представляется в виде пространства целей, динамика которого определяется взаимодействием системы с окружением. Описана модель цифрового информационного пространства, как система окрестностей, определяющая топологию в пространстве. Предложена стратегия управления в социально-экономических системах, реализующая нарративный подход в контексте включенности системы в информационное пространство.

Ключевые слова: открытая социально-экономическая система, модель открытой социально-экономической системы, информационный поток, цифровое информационное пространство, топология информационного пространства, контур, нарративное управление.

MANAGEMENT IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS IN THE INFORMATION SPACE

A. Davtian¹, O. Shabalina², O. Berestneva³, E. Pavlysh⁴

¹Moscow Institute of Physics and Technology, Russia, Moscow, agvs@mail.ru

²Volgograd State Technical University,
Russia, Volgograd, O.A.Shabalina@gmail.com

³Tomsk Polytechnic University,

Russia, Tomsk, ogb6@yandex.ru

⁴Vitebsk State University, Republic of Belarus, Vitebsk, eduard.pavlysh@mail.ru

Abstract. We describe an approach to modeling modern open socio-economic systems operating in conditions of total immersion in the information space of the environment. The socio-economic system is considered as a fragment of an information network formed by a plurality of open interacting systems. The mission of the socio-economic system, the execution of which is entrusted to the system by society, is presented as a goal space the dynamics of which is determined by the interaction of the system with the environment. The principles of management in open socio-economic systems as fragments of the information space are described. A management strategy in socio-economic systems is proposed, which implements a narrative approach in terms of the inclusion of the system in the information space.

Keywords: open socio-economic system, model of an open socio-economic system, information flow, digital information space, information space topology, contour, narrative management.

Для цитирования: Давтян А.Г., Шабалина О.А., Берестнева О.Г. Павлыш Э. Управление в социально-экономических системах в информационной среде // Математические методы в технологиях и технике. 2022. № 6. С. 109-112. DOI 10.52348/2712-8873_ММТТ_2022_6_109.

Деятельность социально-экономической системы (СЭС) как исполнение миссии, возложенной на СЭС обществом, непосредственно определяется стратегией управления в СЭС. Поэтому задачи разработки эффективных методов управления,

⁷ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 20-07-00250-а).

обеспечивающих успешность ее функционирования, являются актуальными и исследования в этой сфере активно развиваются.

Современные методы управления в социально-экономических системах, отождествляют исполнение миссии СЭС с достижением целей, определяемых СЭС. При этом цели управления в СЭС рассматриваются как доминирующие над целями общества, т.е. декларируется примат СЭС по отношению к ее окружению. Современные социально-экономические системы существуют в непрерывном взаимодействии со своим непрерывно изменяющимся окружением, т.е. являются открытыми системами [1], и успешное функционирование СЭС невозможно без учета «интересов» других социально-экономических систем, составляющих окружение этой СЭС и сформулированных в терминах их целей. Статья посвящена задаче управления в открытой СЭС, основанной на соотносённости целей СЭС и целей ее окружения, и направленной на обеспечение устойчивого взаимодействия СЭС с окружением для удовлетворения потребностей общества.

Взаимодействие открытой СЭС с окружением принято определять внешними по отношению к этой СЭС информационными потоками, обуславливающими включенность СЭС в окружение [2, 3]. В [4, 5] авторами предложена модель открытой СЭС, динамика состояния которой рассматривается как результат ее взаимодействия с информационным пространством окружения, определяемым входными и выходными информационными потоками:

$$\begin{cases} SesState_t = F(InputStream_t, OutputStream_t), \\ SesState_{t+\Delta t} = F(InputStream_{t+\Delta t}, OutputStream_{t+\Delta t}), \\ InputStream_{t+\Delta t} = \Phi(SesState_t, OutputStream_{t+\Delta t}), \\ InputStream_{t+\Delta t} = \Psi(OutputStream_t) \oplus (\Delta OutputStream). \end{cases} \quad (1)$$

где $SesState$ – состояние системы; $InputStream$ – входной поток (влияние окружения на систему); $OutputStream$ – выходной поток (влияние системы на окружение); F , Φ и Ψ – «мыслительные» функции, определяющие способы преобразования входных и выходных потоков, определяемые человеком в процессе управления в СЭС и поэтому несводимые к функциональным зависимостям.

С точки зрения жизнедеятельности общества социально-экономические системы непосредственно или косвенно связаны. Соответственно входной и выходной потоки СЭС включают множества потоков, связывающих эту СЭС с другими системами, и образующих информационную сеть открытых взаимодействующих систем (организаций), количество которых, по определению, конечно:

$$SES = \{ses_1, ses_2, \dots, ses_i, \dots, ses_n\},$$

где ses_i – i -тая СЭС как элемент информационной сети; n – количество элементов сети.

Динамика состояния i -той СЭС, определяемой системой управлений (1), в терминах конечной сети может быть представлена моделью вида:

$$\begin{aligned} SesState_{it} &= F_{it}(InputStream_{it}, OutputStream_{it}), \\ SState_{i(t+\Delta t)} &= F_{i(t+\Delta t)}(InputStream_{i(t+\Delta t)}, OutputStream_{i(t+\Delta t)}), \\ InputStream_{i(t+\Delta t)} &= \Phi_{i(t+\Delta t)}(SesState_{it}, OutputStream_{i(t+\Delta t)}), \\ InputStream_{i(t+\Delta t)} &= \Psi_{i(t+\Delta t)}(OutputStream_{it} \oplus (\Delta OutputStream_{it})). \end{aligned} \quad (2)$$

Входные и выходные информационные потоки, связывающие системы, в терминах сети интерпретируются как бинарные отношения:

$$\rho \subset SES \times SES.$$

Формирование этих отношений осуществляет окружение каждой СЭС, обеспечивая, таким образом, условия ее функционирования.

Свойства, которыми наделяется каждый элемент сети по отношению к другим элементам сети, позволяют определить такую сеть как пространство. Прямые связи,

определяющие ближайшее окружение СЭС, задают ее окрестность. Построенная система окрестностей задает топологию в пространстве социально-экономических систем, определяющую как внутренние связи, так и взаимодействие с окружением, как это описано в [6].

Каждая СЭС включена, по крайней мере, хотя бы в одну цепочку, образующую контур, в котором циркулирует информационный поток, обеспечивающий функционирование каждой системы этого контура:

$$\text{Contour} = \{i_1, i_2, \dots, i_r\},$$

где $i_1 = i_r = i, (i_k, i_{k+1}) \in \rho; k = 1 \div (r - 1)$.

Существование в сети контуров, связывающих социально-экономические системы, обеспечивает цикличность жизнедеятельности общества. Каждый контур определяет наличие в обществе определенной потребности, а функционирование каждой СЭС, включенной в этот контур, определяет место СЭС в удовлетворении этой потребности. Моделирование СЭС как фрагмента информационного пространства позволяет найти для каждой СЭС те контура, которые определяют предназначенность СЭС в обществе, и способность выполнять миссию, возложенную на СЭС обществом. В таком контексте задача управления в СЭС рассматривается как задача определения и удержания СЭС своего места в своих контурах, т.е. значимости в удовлетворении соответствующей потребности общества, предвидении возникновения новых потребностей и включении в новые контура для удовлетворения этих потребностей. Моделирование включенности СЭС в контур позволяет соотносить локальные цели СЭС и цели общества и организовывать управление в СЭС, обеспечивающее удовлетворение потребностей общества в условиях «кооперации» целей.

Стратегия управления в СЭС, в контексте ее непрерывного взаимодействия с окружением, включает анализ актуальной информации о состоянии окружения СЭС, определяемого информационными потоками; нахождение контуров СЭС; оценку возникающих денежных потоков, как меры информации, определяющих силу связей между СЭС, и управление входными и выходными потоками, обеспечивающее устойчивость вхождения СЭС в эти контура.

В СЭС не существует способов определить, будет обеспечиваться выполнение миссии, возложенной на организацию, при выбранной стратегии управления или нет. В [7, 8] предложен метод нарративного управления в СЭС, основанный на модели целей, позволяющий компенсировать возможные неудачные стратегии управления динамической модификацией пространства. Модель целей представляется динамическим структурно-упорядоченным пространством, отражающим логику достижимости целей, определяемую динамикой состояния системы в условиях ее взаимодействия с окружением на основе двунаправленных информационных потоков:

$$\text{GoalSpace}_t = \langle \text{Objectives}_t, \text{Availabilities}_t \rangle,$$

где GoalSpace_t – текущее пространство целей управления системой; Objectives_t – множество текущих целей, определяющих стратегию развития системы; Availabilities_t – множество отношений текущей доступности целей.

Пространство целей формируется на основе анализа входных потоков, определяющих влияние окружения на систему:

$$\text{GoalSpace} = \Psi(\text{InputStream}),$$

где Ψ – способ интерпретации пространства целей через входные потоки.:

$$\text{GoalSpace}_t = \langle \text{Objectives}_t, \text{Availabilities}_t \rangle,$$

где GoalSpace_t – текущее пространство целей управления системой; Objectives_t – множество текущих целей, определяющих стратегию развития системы; Availabilities_t – множество отношений текущей доступности целей.

Пространство целей формируется на основе анализа входных потоков, определяющих влияние окружения на систему:

$$GoalSpace = \Psi(InputStream),$$

где Ψ – способ интерпретации пространства целей через входные потоки.

Нарративность, как способ организации управления, снимает проблему недостижимости целей, однако обеспечивает необходимость существования СЭС через ее интегрируемость в процесс развития общества. В таком контексте выбор стратегии управления и есть выбор способа соотнесения влияния состояния системы Φ (см. 2) и формируемого ей выходного потока на реакцию окружения в форме входного потока. В результате реализации выбранной стратегии управления человек как субъект управления модифицирует пространство целей и обеспечивает устойчивое развитие СЭС:

$$GoalSpace_{t+\Delta t} = \Omega(SES_{State_t}, OutputStream_{t+\Delta t}),$$

где Ω – мыслительная функция (нарратив).

Для моделирования стратегии управления как способа изменения состояния системы на пространстве целей применены методы универсальной алгебры, что позволяет формировать и динамически модифицировать пространство, и исчислять доступность целей и динамику их достижения в условиях взаимодействия с окружением.

В контексте моделирования СЭС как фрагмента информационного пространства, миссия СЭС представляется в виде пространства целей, динамика которого определяется взаимодействием СЭС с окружением. Тем самым, принципы нарративного управления реализуют согласованность локальных целей СЭС и целей общества. При этом достижение целей управления происходит через формирование информационных потоков, а потоки, в свою очередь, определяют динамику пространства целей СЭС, т.е. принципы нарративного управления выражают двойственность СЭС и окружения в динамике их взаимодействия.

Цели, рассматриваемые в настоящий момент как достижимые, являются ключами для поиска информации, необходимой для формирования информационных потоков, входящих в контур, и отвечающих за исполнение миссии системы:

$$OutputStream_{t+\Delta t} \in Contour_{ses_i} = H(Objectives_t, InputStream_t).$$

Таким образом, в работе предложена стратегия управления в открытой СЭС, функционирующей в непрерывном взаимодействии с информационным пространством окружения, основанная на поиске и мониторинге информационных потоков, обеспечивающих устойчивость включенности СЭС в свое окружение.

Библиографический список

1. Brada J. C., Frensch R., Gundlach E. Introduction: Openness, institutions, and long-run socio-economic development // *Economic Systems*. 2016. № 4 (2). pp. 195–197.
2. David Loshin. Chapter 6. Business Processes and Information Flow / Editor(s): David Loshin, In *MK Series on Business Intelligence, Business Intelligence (Second Edition)*. Morgan Kaufmann. 2013. pp. 77–90.
3. Westrum R. The study of information flow: A personal journey // *Safety Science*. 2014. Vol. 67. pp. 58–63.
4. Давтян А.Г., Шабалина О.А., Садовникова Н.П., Потапов Д.И. Моделирование открытых обучаемых социально-экономических систем // *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. 2021. № 2 (54). С. 40–47.
5. Давтян А.Г., Шабалина О.А., Садовникова Н.П., Берестнева О.Г. Принципы моделирования информационных потоков в открытых социально-экономических системах // *Математические методы в технологиях и технике*. 2021. № 3. С. 55–58.
6. Давтян А. Г., Шабалина О. А., Хайров А. В., Катаев А. В. Топологическое моделирование цифрового информационного пространства // *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2022. Т. 19. № 4 (214). С. 33–41.
7. Davtian A., Shabalina O., Sadovnikova N., Parygin D. Cyber-social system as a model of narrative management. // *Society 5.0: Cyberspace for Advanced Human-Centered Society*. In. "Studies in Systems, Decision and Control" Cham. 2021. С. 3–14.
8. Shabalina O., Sadovnikova N., Parygin D., Erkin D., Davtian A. Narrative-based management in socio-economic systems. // *Proceedings of the International Conference on ICT, Society and Human Beings 2017 - Part of the Multi Conference on Computer Science and Information Systems 2017*. 10. 2017. С. 73–79.