

УДК 004.942

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКРЫТЫХ ОБУЧАЕМЫХ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ¹***Статья поступила в редакцию 31.03.2021, в окончательном варианте – 10.04.2021.*

Давтян Александр Георгиевич, Московский физико-технический институт, 123098, Российская Федерация, г. Москва, ул. Максимова, 4.

кандидат физико-математических наук, доцент, ORCID 0000-0002-7021-4472, e-mail: agvs@mail.ru

Шабалина Ольга Аркадьевна, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Ленина, 28.

кандидат технических наук, доцент, ORCID 0000-0002-8160-306X, e-mail: O.A.Shabalina@gmail.com

Садовникова Наталья Петровна, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Ленина, 28.

доктор технических наук, профессор, ORCID 0000-0002-7214-9432 e-mail: n_sadovnikova@vstu.ru

Потапов Денис Игоревич, Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский Институт», Российская Федерация, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1.

аспирант, ORCID 0000-0002-3833-1505, e-mail: dpotapov.denis@yandex.ru

В работе рассмотрены подходы к моделированию свойства открытости социально-экономических систем, отражающего способность таких систем взаимодействовать с окружением. Предложено включить в описание социально-экономической системы также и ее способность «обучаться», т.е. «подстраивать себя» под непрерывные изменения, происходящие как в самой системе, так и в ее окружении. Введено понятие обучаемости социально-экономической системы и предложена концепция моделирования свойства обучаемости. Разработана модель открытой обучаемой социально-экономической системы, определяемая системой уравнений с псевдоматематическими функциями и операциями, которые отражают немоделируемые в рамках формальной логики способы принятия решения человеком как носителем социальной сущности любой социально-экономической системы. В качестве параметров модели рассматриваются такие характеристики взаимодействия системы с окружением, которые можно наблюдать и формализовать. Показана связь обучаемости системы и управления в системе и описан метод управления в обучаемых социально-экономических системах, в котором процесс управления рассматривается с позиций нарративной практики. В рамках предложенного метода управления математические формализмы применяются для фиксации результатов обучения системы и поддержки процесса управления, основанного на интерпретации этих результатов.

Ключевые слова: социально-экономическая система, открытость социально-экономической системы, обучаемость социально-экономической системы, модель социально-экономической системы, целеполагание, пространство целей, целедостижение, управление в социально-экономических системах, нарратив

MODELING OPEN LEARNABLE SOCIO-ECONOMICAL SYSTEMS*The article was received by the editorial board on 31.03.2021, in the final version – 10.04.2021.*

Davtyan Alexander G., Moscow Institute of Physics and Technology, 4 Maksimov St., Moscow, 123098, Russian Federation,

Cand. Sci. (Physics and mathematics), Associate Professor, ORCID 0000-0002-7021-4472, e-mail: agvs@mail.ru

Shabalina Olga A., Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation,

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, ORCID 0000-0002-8160-306X, e-mail: O.A.Shabalina@gmail.com

Sadovnikova Natalia P., Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation,

Doct. Sci. (Engineering), Professor, ORCID 0000-0002-7214-9432, e-mail: n_sadovnikova@vstu.ru

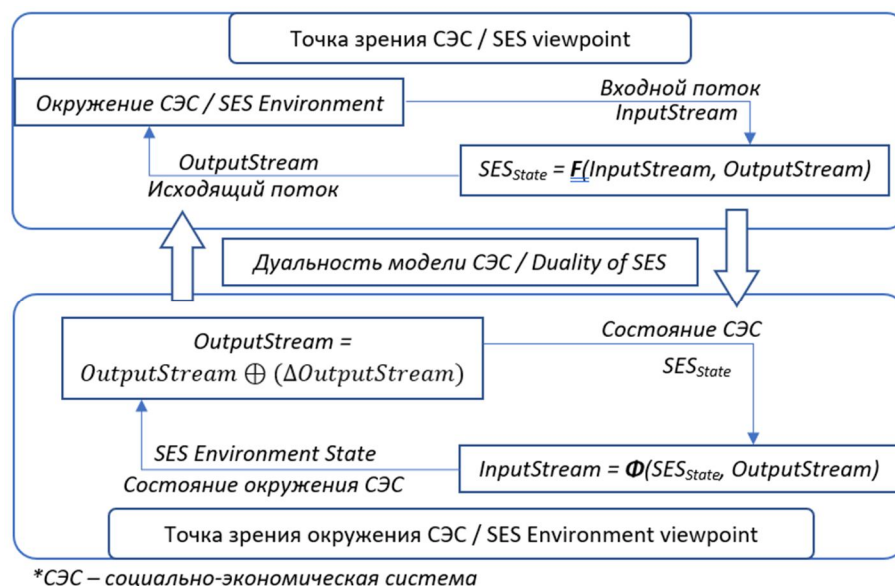
Potapov Denis I., National Research Center “Kurchatov Institute”, 1 sq. Academician Kurchatov, Moscow, 123182, Russian Federation, post-graduate student, ORCID 0000-0002-3833-1505, e-mail: dpotapov.denis@yandex.ru

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-07-00250-а.

The article considers approaches to modeling the property of openness of socio-economic systems, representing the ability of such systems to interact with the environment. It is proposed to include in socio-economic system description its ability to "learn", i.e. "adjust" to the continuous changes taking place in the system itself and its environment. The concept of learnability of socio-economic systems is introduced and an approach to modeling learnability is proposed. A model of an open learn-able socio-economic system is described. The model is represented by a system of equations with pseudo-mathematical functions and operations, which reflect nonmodeled within the formal logic decision-making by a person as a carrier of the social essence of any socio-economic system. The relationship between the learnability of the system and the management in the system is shown, and the method of management in open learnable socio-economic systems is described, in which the management process per se is considered in terms of narrative practice. Mathematical methods are used in the proposed method to fix the learning outcomes of the system and support the management process based on the interpretation of the results. The parameters of the models are such characteristics of the interaction of the system with the environment, which can be observed and formalized.

Keywords: socio-economic system, openness of socio-economic system, learnability of socio-economic system, socio-economic system model, goalsetting, goal space, goal achievement, control in socio-economic systems, narrative

Graphical annotation (Графическая аннотация)



Введение. Любая социально-экономическая система (СЭС) возникает и существует, когда необходимость результатов ее деятельности предопределена потребностью общества [1]. Эффективность деятельности любой СЭС напрямую определяется организацией управления СЭС. Поэтому задачи эффективного управления СЭС и формирования стратегий их успешного развития являются актуальными и исследования в этой сфере активно развиваются [2].

Изучение свойств и поведения СЭС является необходимым условием, обеспечивающим эффективное управление системой и успешное исполнение миссии, возложенной на эту систему обществом. Для решения задач, требующих изучения свойств и поведения СЭС, широко применяется моделирование, в частности математическое моделирование.

Ключевым свойством СЭС, обеспечивающим возможность ее функционирования во взаимодействии с окружением, является открытость [3–6]. В рамках теории открытых систем к открытым системам относят системы, которые непрерывно взаимодействуют со своей средой [7]. Соответственно, моделирование открытых СЭС связано с моделированием представления их взаимодействия с окружением и выбором признаков, определяющих это взаимодействие.

Так, в динамической модели открытой СЭС, описанной в [8], основными факторами, определяющими отражающая динамику существования системы и исполнение ее миссии, являются потоки труда и ресурсов, как входные потоки и готовая продукция, оцениваемая спросом как выходной поток. В качестве внешних воздействий рассматриваются инвестиции, определяющие развитие системы. Окружение системы присутствует в виде детерминированных потоков, связанных дифференциальными уравнениями развития системы, которые в конечном итоге и предлагаются в качестве модели взаимодействия СЭС с окружением.

В [9] предлагается абстрагировать СЭС как виртуальное предприятие, функционирование которого определяется общими принципами теории управления. Открытость системы определяется наличием обратных связей. На следующем уровне абстрагирования все входные и выходные потоки рассматриваются как информационные. В качестве входных потоков предлагается рассматривать такую информацию, как капитал, человеческие ресурсы, материалы, и т.д., в качестве выходных потоков – информацию о продукции и (или) услугах. В качестве внешних воздействий рассматриваются также потоки распространения инноваций в рамках категории «диффузий инноваций» Хегерстранда. Тем самым открытость системы определяется как взаимодействие этих потоков, при этом для моделирования неопределенности внешней среды вводится функция неопределенности, с наличием фактора времени.

В [10] признается факт открытости СЭС, участвующих в «обмене ресурсами, информацией и энтропией с другими системами», как находящейся в поле задаваемых внешних сил. При этом для моделирования СЭС используются методы теории конечномерных динамических систем, и аналогии с физическими системами, а сугубо нечисловым параметрам модели приписываются числовые значения в поле действительных чисел.

В [11] СЭС признается открытой, но понятие открытости СЭС не определяется и не обсуждается. В [12] открытость СЭС понимается как «возможность свободного обмена с внешней средой веществом, энергией и информацией», однако модели взаимодействия СЭС с окружением не предлагаются. В [13] также признается необходимость рассмотрения СЭС как открытой системы, однако открытость рассматривается не как свойство системы, а как способ ее представления в рамках общей теории систем.

Таким образом, в существующих исследованиях в сфере моделирования систем СЭС признается необходимость учета открытости как ключевого свойства СЭС, обеспечивающего возможность их функционирования во взаимодействии с окружением, и предлагаются различные способы представления открытости в моделях СЭС.

Однако открытость как имманентное свойство СЭС является лишь формой ее существования. Для обеспечения своего существования в будущем система должна непрерывно «изучать» себя в своем непрерывно меняющемся недетерминированном окружении, т.е. быть способной к обучению. Моделирование СЭС, отражающее способность накапливать знания и применять их для исполнения своей миссии, требует рассмотрения не только свойства открытости, но также и свойства обучаемости СЭС. Целью работы является разработка модели СЭС, отражающее свойства открытости и обучаемости, и способа управления СЭС, обеспечивающего исполнение ее миссии в условиях непрерывного взаимодействия с окружением.

СЭС как открытая обучаемая система. Любая СЭС формируется обществом для удовлетворения его потребностей, и ее функционирование определяется миссией, которую она исполняет в форме отношения общества с самим собой. Любая СЭС существует в непрерывном взаимодействии с непрерывно изменяющимся социально-экономическим пространством. Взаимодействие системы и окружения симметрично, действия системы порождают действия окружения, и наоборот.

Взаимодействие СЭС с пространством осуществляется посредством информационных потоков, которые постоянно накапливаются и непрерывно меняются со временем. Для исполнения миссии, возложенной на СЭС ее окружением, система должна быть открыта к этим потокам, должна их адекватно воспринимать, и быть способной формировать собственные информационные потоки.

Всякая СЭС создается окружением и функционирует для окружения. Ресурсы и результаты находятся вне системы. Система существует, пока она способна к взаимодействию с окружением. Таким образом, открытость – это форма существования системы в окружении в настоящем, т.е. «здесь и сейчас», отражающая имманентное свойство системы взаимодействовать с окружением.

Всякая СЭС возникает для исполнения некоей миссии, возложенной на нее обществом. Для поддержания своей жизнеспособности в условиях взаимодействия с непрерывно изменяющимся социально-экономическим окружением СЭС должна уметь «подстраивать себя» под непрерывные изменения таким образом, чтобы решение проблем, которые перед ней ставит окружение, не приводило к ее гибели, т.е. быть обучаемой. В контексте СЭС обучаемость подразумевает накопление знаний о самой себе и окружении и формирование стратегий своего поведения на основе накопленных знаний для исполнения возложенной на систему миссии. Таким образом, обучаемость, как свойство СЭС, определяет ее успешность ее развития.

Псевдоматематическая модель открытой обучаемой СЭС. Существование любой СЭС определяет ее состояние, т.е. способность исполнять миссию, возложенную на нее окружением. Состояние является результатом ее взаимодействия с окружением, определяемым входными

и выходными потоками. Соответственно, состояние системы можно представить уравнением состояния вида:

$$SES_{State} = F(InputStream, OutputStream), \quad (1)$$

где SES_{State} – состояние системы;

$InputStream$ – входной поток (влияние окружения на систему);

$OutputStream$ – выходной поток (влияние системы на окружение);

F – способ соотнесения входных и выходных информационных потоков, формирующих состояние системы.

В качестве входных потоков выступают ресурсы, которые окружение передает системе для исполнения миссии (объекты материальной и нематериальной природы). Выходные потоки формируются как передача результатов деятельности системы, востребованных окружением (это также могут быть объекты материальной и нематериальной природы).

СЭС сама по себе не является материальным объектом, это артефакт, порождаемый деятельностью людей, которая обеспечивает условия их существования. В контексте категоризации артефактов СЭС – это информационный феномен, так как состояние любой СЭС и движение входных и выходных потоков в СЭС всегда отождествляется с потоками информации. Понятие потока связано со временем, соответственно, каждое состояние системы связано с конкретным моментом времени жизни системы.

Пусть:

t – это параметр линейно-упорядоченного множества, отнесенный к конкретному времени жизни системы;

SES_{State_t} – состояние системы, определяемое совокупностью ресурсов в текущий момент времени t ;

$InputStream_t, OutputStream_t$ – входной и выходной информационные потоки (объемы информации), формирующие состояние системы к моменту времени t .

Тогда открытость системы, как свойство взаимодействовать с окружением в момент времени t , может быть представлена как:

$$SES_{State_t} = F(InputStream_t, OutputStream_t). \quad (2)$$

Изменение входных и выходных потоков в течение времени t приводит к изменению состояния системы. Для моделирования поведения систем, допускающего количественное описание, обычно применяют теорию непрерывных и дискретных динамических систем. Однако для СЭС как систем с объектами нечисловой природы применение этой теории не представляется возможным. Поэтому для моделирования динамики состояния таких систем необходимо добавить к уравнению состояния системы (1) уравнение связей, задающих влияние изменения выходных потоков друг на друга на интервале времени Δt , достаточном для установления этого влияния:

$$SES_{State_{t+\Delta t}} = F(InputStream_{t+\Delta t}, OutputStream_{t+\Delta t}). \quad (3)$$

Обучаемость системы подразумевает влияние состояния системы и изменения выходного потока на изменение входного потока относительно заданного состояния. Процесс обучения СЭС заключается в формировании нового входного потока, приводящего к допустимому состоянию, обеспечивающему существование системы, т.е.:

$$InputStream_{t+\Delta t} = \Phi(SES_{State_t}, OutputStream_{t+\Delta t}), \quad (4)$$

где Φ – способ соотнесения влияния состояния системы и формируемого ей выходного потока на реакцию окружения в форме входного потока.

Именно формируемый входной поток и обеспечивает существование системы, т.е. система в процессе своего функционирования обучается. Влияние выходного потоков на формирование входных потоков системы в классической теории управления называется обратной связью. Однако в контексте моделирования СЭС представление такого влияния в виде функциональной зависимости не представляется возможным в силу неопределенности реакции окружения на систему, т.е. обучаемость СЭС может быть интерпретирована как «умение» снижать степень этой неопределенности.

Способы соотнесения, обозначенные в формулах (2) и (3) как F и Φ соответственно, выбираются человеком, и в силу нечисловой природы мышления, несводимы к функциональным зависимостям. Поэтому, в общем случае, F и Φ символизируют собой «мыслительные» функции, присущие человеку. В большинстве известных моделей СЭС F и Φ представляются в виде функциональных зависимостей, определяющих систему и ее окружение. Но в таких моделях всегда присутствует некая неопределенность в виде параметров моделей системы и окружения, которые нужно каким-либо образом подбирать. Подбор этих параметров, по сути дела, и есть обучаемость, т.е. даже в таких моделях неявно отражено свойство обучаемости СЭС.

Формирование нового выходного потока осуществляется в результате действий, совершенных системой в виде изменения выходного потока, определяемого входным потоком:

$$OutputStream_{t+\Delta t} = (InputStream_t) \oplus (\Delta OutputStream). \quad (5)$$

где « \oplus » – это псевдоматематическая операция, отражающая способ формирования нового выходного потока.

Таким образом, система уравнений вида:

$$\begin{aligned} SES_{State_t} &= F(InputStream_t, OutputStream_t), \\ SES_{State_{t+\Delta t}} &= F(InputStream_{t+\Delta t}, OutputStream_{t+\Delta t}), \\ InputStream_{t+\Delta t} &= \Phi(SES_{State_t}, OutputStream_{t+\Delta t}), \\ OutputStream_{t+\Delta t} &= (InputStream_t) \oplus (\Delta OutputStream) \end{aligned} \quad (6)$$

представляет собой псевдоматематическую модель открытой обучаемой СЭС, отражающую динамику существования системы и исполнение ее миссии. При этом «разрешимость» системы уравнений (6) не гарантирует вечного существования системы. Более того, все СЭС по своей сути конечны, по крайней мере, в рамках той миссии, для исполнения которой система и была сформирована.

Всякая СЭС существует, взаимодействуя с окружением посредством информационных потоков. С другой стороны, окружение, взаимодействуя с СЭС, обеспечивает возможность реализации себя. Таким образом, любая СЭС – это форма взаимодействия окружения с самой собой, и система уравнений [6] отражает дуализм отношения системы и окружения.

Моделирование управления в открытой обучаемой СЭС. Обучаемость СЭС реализуется через управление, т.е. управление позволяет системе «подстраиваться» под непрерывные изменения окружения и сохранять способность исполнять свою миссию. Изменения окружения воспринимаются системой через входные потоки, которые служат основой формирования целей управления в системе.

В условиях непрерывно изменяющихся информационных потоков, определяющих текущее состояние СЭС и динамику ее развития в условиях взаимодействия с окружением, могут изменяться не только изначально полагаемые цели управления, но и сами целевые ориентации системы в своем окружении. В свою очередь это может существенно повлиять на априорные представления о целях управления; принципиальной их достижимости и стратегиях достижения; и, возможно, необходимости самого достижения цели (или целей) как таковой. Управление системой без учета непрерывного обмена данными системы с окружением, формирующего информационные потоки, определяющие целевое состояние самой системы, может привести к потере ее управляемости и, в конечном итоге, к потере смысла ее существования как носителя миссии.

Учет влияния информационных потоков на развитие СЭС обуславливает необходимость доопределять/переопределять цели в процессе развития системы. Для организации управления СЭС в таких условиях в [2] предложена концепция динамического целеполагания, включающая построение исходной модели целей управления системой и ее динамическое обновление (модификацию) в соответствии с действиями, реализуемыми как субъектом, так и объектом управления с учетом текущего состояния системы и ее окружения.

В рамках предложенной концепции модель целей представляется динамичным структурно-упорядоченным пространством, отражающим логику достижимости целей, определяемую динамикой состояния системы в условиях ее взаимодействия с окружением посредством двунаправленных информационных потоков:

$$GoalSpace_t = \langle Objectives_t, Availabilities_t \rangle, \quad (7)$$

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:

$$GoalSpace = \Psi(InputStream), \quad (8)$$

где Ψ – способ интерпретации пространства целей через входные потоки.

В таком контексте целеполагание рассматривается как непрерывный процесс, формирующий управляемое развитие системы на всех этапах ее жизненного цикла. При этом нарастающая множественность целей определяет успешность реализации миссии социально-экономической системы в обществе, т.е. процесс достижения целей соотносится не со временем их достижения, а со временем существования самой системы. Под целедостижением при этом подразумевается деятельность субъектов и объектов управления, направленных на достижение соответствующих целей управления, в условиях постоянно растущих информационных потоков, обуславливающих динамичное формирование пространства целей [14]. Миссия представляет собой индуктивный

предел динамически развивающегося пространства целей. Носителем миссии является человек, который несет ответственность за разработку стратегии управления, при этом именно за человеком остается «последнее слово» в принятии управленческих решений.

Проблема формирования стратегий достижения целей управления является ключевой проблемой в организации управления в СЭС. В СЭС не существует способов определить, приведет ли к достижению выбранной цели выбранная СУ стратегия или нет. Априорно известных «правильных» стратегий не существует, а есть только вера человека в достижимость цели на основе выбираемой им стратегии, определяемой его предшествующим опытом, мерой ответственности и компетентности. Таким образом, будущее системы присутствует, в понимании человека, в настоящем в виде нарратива, т.е. «инструкции по созданию будущего в настоящем».

В [15] предложен метод управления в СЭС, в котором управление рассматривается с позиций нарративной практики, т.е. как субъективное представление человека как участника процесса управления в настоящем о будущем, определяющее не столько будущее состояние системы, сколько само существование системы в будущем. При этом принятие решений по организации управления и ответственность за эти действия участников процесса управления лежит на самих участниках, т.е. компетенции человека как субъекта управления не моделируются. Нарративность, как способ организации управления, снимает проблему недостижимости целей, но 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. уравн. 4) и формируемого ей выходного потока на реакцию окружения в форме входного. В результате реализации выбранной стратегии управления человек как субъект управления модифицирует пространство целей и тем самым реализует процесс обучения системы:

$$GoalSpace_{t+\Delta t} = \Omega(SEState_t, OutputStream_{t+\Delta t}), \quad (9)$$

где Ω – мыслительная функция (нарратив).

Для моделирования 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 [16, 17]. Предложенная модель реализована в программном комплексе поддержки нарративного управления [18].

Результаты и их обсуждения. При моделировании СЭС в большинстве случаев рассматривается в первую очередь экономическая составляющая, в то время как исполнение миссии связано в первую очередь с организацией деятельности людей, т.е. социальной составляющей системы. Деятельность людей как основной компоненты СЭС подчинена текущим целям управления, упорядочивается этими целями и представляет собой процесс целедостижения. Управление как реализация свойства обучаемости СЭС направлена на достижение компромисса целеполагания и целедостижения, который и является способом исполнения миссии.

Предложенная псевдоматематическая модель СЭС признает за человеком приоритетное право принимать управленческие решения, отражающие результаты обучения системы в процессе ее функционирования, на основе нарративной практики, которые невозможно моделировать в рамках формальной логики. Целью нарративного управления как организации деятельности людей является достижение компромисса целеполагания и целедостижения, обеспечивающего востребованность этой деятельности окружением. Таким образом, и сам человек как основной компонент СЭС обеспечивает свое существование и благополучие в обществе.

Математические методы применяются в предложенной модели для фиксации результатов обучения системы и поддержки процесса управления на основе этих результатов. В качестве параметров моделей рассматриваются такие характеристики взаимодействия СЭС с окружением, определяющие состояние системы, которые можно наблюдать и измерять.

Заключение. Предложенная модель открытой и обучаемой СЭС развивает новое направление в теории управления СЭС, которое не исключает человека, а, напротив, рассматривает его как носителя социальной сущности СЭС и неотъемлемого интеллектуального компонента, привносящего в систему обучаемость, обеспечивающую ее существование и развитие.

В условиях стремительной цифровизации общества в рамках дальнейших исследований предполагается разработка цифровой модели окружения СЭС, необходимой для обучения системы в условиях изменяющихся и изменяемых саму систему входных и выходных информационных потоков, формирующих сетевую структуру современного социально-экономического пространства.

Библиографический список

1. Шабалина О. А. Управление в социально-экономических системах: оптимальность или нарратив? : сборник научных трудов / О. А. Шабалина, А. Г. Давтян, Н. П. Садовников, Д. С. Прыгин // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сборник научных трудов IV Международной конф. : в 2 ч. – Томск, 2017. – С. 435–438.
2. Давтян А. Г. Динамическое целеполагание в социально-экономических системах / А. Г. Давтян, О. А. Шабалина, Н. П. Садовникова, Д. С. Парыгин, Д. А. Парыгин // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2016. – № 11 (149). – С. 46–56.
3. Pick J. B. A global model of technological utilization based on governmental, business investment, social, and economic factors / J. B. Pick, R. Azari // ICIS – Twenty Ninth International Conference on Information Systems. – 2008.
4. Josef C. B. Introduction: Openness, institutions, and long-run socio-economic development / J. C. Brada, R. Frensch, E. Gundlach // Economic Systems – 2016. – № 40 (2). – P. 195–197.
5. Давтян А. Г. Нарратив и экзистенция как принципы управления в социально-экономической системе / А. Г. Давтян, О. А. Шабалина, Н. П. Садовникова // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2017. – № 2 (2). – С. 62–66.
6. Черкаска Г. В. Социально-экономические системы: сущность и проблемы исследований / Г. В. Черкаска // Вестник ЛГУ им. А. С. Пушкина. – 2009. – № 3 (Экономика). – 32 с.
7. Bertalanffy L. von. General System Theory – A Critical Review / L. von. Bertalanffy ; пер. с англ. Н. С. Юлиной // General Systems. – 1962 – Vol. VII. – P. 1–20.
8. Бурковский В. Л. Моделирование и алгоритмизация управления неравновесными экономическими системами в условиях конкурентного взаимодействия / В. Л. Бурковский, Е. М. Васильев, Н. В. Минакова // Вестник ВГТУ. – 2014. – № 3–1. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-i-algoritmizatsiya-upravleniya-neravnovesnymi-ekonomicheskimi-sistemami-v-usloviyah-konkurentnogo-vzaimodeystviya_svoobodnyy. – Заглавие с экрана. – Яз. англ. (дата обращения: 06.08.2020).
9. Новиков В. С. Генезис модели взаимодействия региональных социально-экономических систем в трансрегиональном пространстве / В. С. Новиков // Современные технологии управления. – 2008 – № 10 (46). – Режим доступа: <https://sovman.ru/article/4604/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 25.01.2021). ISSN 2226-9339.
10. Лебедев В. И. Синергетические модели социально-экономических систем / В. И. Лебедев, И. В. Лебедева, А. В. Шуваев // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 11–2. – Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42333>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 06.08.2020).
11. Голоктионова Ю. Г. Актуальные аспекты построения моделей управления открытыми социально-экономическими системами / Ю. Г. Голоктионова // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2020. – № 11. – С. 9–11.
12. Лисичкина Н. В. Проблематика моделирования развития открытых социально-экономических систем / Н. В. Лисичкина // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2020. – № 11. – С. 22–24.
13. Горовой А. А. Предприятие как открытая социально-экономическая система / А. А. Горовой, Т. Н. Селентьева, Е. А. Михель // Российский экономический интернет-журнал. – 2019. – № 2. – 26 с.
14. Шабалина О. А. Моделирование динамического целеполагания в социально-экономических системах / О. А. Шабалина, А. Г. Давтян, Н. П. Садовникова, Д. С. Парыгин. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2019. – 76 с.
15. Shabalina O. A. Narrative-based management in socio-economic systems / O. A. Shabalina, A. G. Davtian, N. P. Sadovnikova, D. S. Parygin, D. A. Erkin // International Conference ICT, Society and Human Beings 2017: part of the Multi Conference on Computer Science and Information Systems 2017 : proceedings / ed. by Piet Kommers; IADIS (International Association for Development of the Information Society). – Lisbon, 2017. – P. 73–79.
16. Shabalina O. A. A lattice-theoretical approach to modeling naturally ordered structures / O. A. Shabalina, D. A. Erkin, A. G. Davtian, N. P. Sadovnikova // Proceedings of the 2016 Conference on Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM 2016). Сер. «ACSR: Advances in Computer Science Research» / editors: O. Berestneva, A. Tikhomirov, A. Trufanov. – 2016. – P. 158–161.
17. Еркин Д. А. Декларативное описание структурных моделей систем / Д. А. Еркин, О. А. Шабалина // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2016. – № 3 (182). – С. 36–40.
18. Шабалина О. А. Система поддержки нарративного управления в социально-экономических системах / О. А. Шабалина, Н. П. Садовникова, Д. С. Парыгин, Е. А. Образцов, В. Н. Рубанок // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1. – Режим доступа: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_3_Shabalina_Sadovnikova.pdf_17937e01aa.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 25.01.2021).

References

1. Shabalina O. A., Davtian A. G., Sadovnikova D. S., Parygin D. S. Upravleniye v socialno-ekonomicheskikh sistemakh: optimalnost ili narrativ? : sbornik nauchnykh trudov [Control in socio-economic systems: optimality or narrative? : collection of scientific papers]. *Informatsionnye tekhnologii v nauke, upravlenii, sotsialnoy sfere i medicine* :

sbornik nauchnykh trudov IV Mezhdunarodnoy konferentsii [Information technology in science, management, social sphere and medicine : collection IV International Conference]. Tomsk, 2017, pp. 435–438.

2. Davtyan A. G., Shabalina O. A., Sadovnikova N. P., Parygin D. S., Parygin D. A. Dinamicheskoye tselepolaganiye v sotsialno-ekonomicheskikh sistemakh [Dynamic goal-setting in socio-economic systems]. *Vestnik kompyuternykh i informatsionnykh tekhnologiy* [Herald of computer and information technologies], 2016, no. 11 (149), pp. 46–56.

3. Pick J. B., Azari R. A global model of technological utilization based on governmental, business investment, social, and economic factors. *ICIS – Twenty Ninth International Conference on Information Systems*, 2008.

4. Brada J. C., Frensch R. Gundlach E. Introduction: Openness, institutions, and long-run socio-economic development. *Economic Systems*, 2016, no. 40 (2), pp. 195–197.

5. Davtian A. G., Shabalina O. A., Sadovnikova N. P. Narrativ i ekzistentsiya kak printsipy upravleniya v sotsialno-ekonomicheskoy sisteme [Narrative and existence as control principles in socio-economic systems]. *ITNOU: Informatsionnyye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii* [ITSEM: Information technology in science, education and management.], 2017, no. 2 (2), pp. 62–66.

6. Cherkasskaya G. V. Sotsialno-ekonomicheskiye sistemy: sushchnost i problemy issledovaniy [Socio-economic systems: subject and problems of investigation]. *Vestnik LGU im. A. S. Pushkina* [LGU Bulletin A.S. Pushkin], 2009, no. 3 (Ekonomika [Economics]). 32 p.

7. Bertalanffy L. von. Perevod s angliyskogo N.S. Yulinoy [Translation from English by N.S. Yulina]. *General System Theory – A Critical Review. General Systems*, 1962, vol. VII, pp. 1–20.

8. Burkovskij V. L., Vasilev E. M., Minakova N. V. Modelirovaniye i algoritimizatsiya upravleniya neravnovesnymi ekonomicheskimi sistemami v usloviyakh konkurentnogo vzaimodeystviya [Modeling and algorithmizing management of economic systems under competition]. *Vestnik VGTU* [Bulletin VGTU], 2014, no. 3–1, Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-i-algoritmizatsiya-upravleniya-neravnovesnymi-ekonomicheskimi-sistemami-v-usloviyah-konkurentnogo-vzaimodeystviya> (accessed 25.03.2021).

9. Novikov V. S. Genezis modeli vzaimodeystviya regionalnykh sotsialno-ekonomicheskikh sistem v transregionalnom prostranstve [Genesis of the model of interaction of regional socio-economic systems in the transregional space]. *Sovremennyye tekhnologii upravleniya* [Modern technology of control], 2008, no. 10 (46). Available at: <https://sovman.ru/article/4604/> (accessed 25.03.2021). ISSN 2226-9339.

10. Lebedev V. I., Lebedeva I. V., Shuvaev A. V. Sinergeticheskiye modeli sotsialno-ekonomicheskikh sistem [Synergetic models of socio-economic systems]. *Fundamentalnyye issledovaniya* [Fundamentals researches], 2018, vol. 11–2. Available at: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42333> (accessed 25.03.2021).

11. Goloktionova Yu. G. Aktualnyye aspekty postroyeniya modeley upravleniya otkrytymi sotsialno-ekonomicheskimi sistemami [Actual aspects of constructing models of control open socio-economic systems]. *Obrazovaniye i nauka bez granits: fundamentalnyye i prikladnyye issledovaniya* [Education and science without borders: fundamental and applied research], 2020, no. 11, pp. 9–11.

12. Lisichkina N. V. Problematika modelirovaniya razvitiya otkrytykh sotsialno-ekonomicheskikh sistem [Problem of modeling development of open socio-economic systems]. *Obrazovaniye i nauka bez granits: fundamentalnyye i prikladnyye issledovaniya* [Education and science without borders: fundamental and applied research], 2020, no. 11, pp. 22–24.

13. Gorovoj A. A., Selenteva T. N., Mihel E. A. Predpriyatiye kak otkrytaya sotsialno-ekonomicheskaya sistema [Firm as open socio-economic system]. *Rossiyskiy ekonomicheskij internet-zhurnal* [Russian economic internet magazine], 2019, no. 2. 26 p.

14. Shabalina O. A., Davtyan A. G., Sadovnikova N. P., Parygin D. S. Modelirovaniye dinamicheskogo tselepolaganiya v sotsialno-ekonomicheskikh sistemakh [Modeling of dynamic goal-setting in socio-economic systems]. Volgograd, Volgograd State Technical University, 2019. 76 p.

15. Shabalina O. A., Davtian A. G., Sadovnikova N. P., Parygin D. S., Erkin D. A. Narrative-based management in socio-economic systems. *International Conference ICT, Society and Human Beings 2017: part of the Multi Conference on Computer Science and Information Systems 2017: Proceedings, ed. by Piet Kommers; IADIS (International Association for Development of the Information Society)*. Lisbon, 2017, pp. 73–79.

16. Shabalina O. A., Erkin D. A., Davtian A. G., Sadovnikova N. P. A lattice-theoretical approach to modeling naturally ordered structures. *Proceedings of the 2016 Conference on Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM 2016). Ser. "ACSR: Advances in Computer Science Research"*, 2016, pp. 158–161.

17. Erkin D. A., Shabalina O. A. Deklarativnoye opisaniye strukturnykh modeley sistem [Declarative description of structural models of systems]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [News of Volgograd State Technical University], 2016, no. 3 (182), pp. 36–40.

18. Shabalina O. A., Sadovnikova N. P., Parygin D. S., Obratcov E. A., Rubanyuk V. N. Sistema podderzhki narrativnogo upravleniya v sotsialno-ekonomicheskikh sistemakh [Support system of narrative management in socio-economic systems]. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Journal of Don], 2019, no. 1. Available at: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_3_Shabalina_Sadovnikova.pdf_17937e01aa.pdf (accessed 25.03.2021).