

**ПРИЧИННОСТИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ:  
ВЫВОДИМОСТЬ ИЛИ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ?**

**Давтян Александр Григорьевич**

Доцент, к.т.н., e-mail: [agvs@mail.ru](mailto:agvs@mail.ru),

Россия, г. Москва, Московский физико-технический институт.

**Шабалина Ольга Аркадьевна**

Доцент, к.т.н., e-mail: [O.A.Shabalina@gmail.com](mailto:O.A.Shabalina@gmail.com),

Россия, г. Волгоград, Волгоградский государственный технический университет.

**Берестнева Ольга Григорьевна**

Д.т.н., профессор, e-mail: [ogb@tpu.ru](mailto:ogb@tpu.ru),

Россия, 634050, г. Томск, Томский политехнический университет.

**Лызин Иван Александрович**

Аспирант, e-mail: [Lyzin@tpu.ru](mailto:Lyzin@tpu.ru)

Россия, 634050, г. Томск, Томский политехнический университет.

**Аннотация.** Работа посвящена анализу существующих подходов к моделированию причинностей в социально-экономические системы. Описаны способы и формы представления причинностей. Показан субъективный характер причинностей в социально-экономических системах, определяющий условия практической применимости математических моделей социально-экономических систем к решению задач управления в таких системах.

**Ключевые слова:** Социально-экономическая система, управление в социально-экономических системах, модель социально-экономической системы, причинность, субъективная причинность, нарративное управление.

**Цитирование:** Давтян А. Г., Шабалина О. А., Берестнева О. Г., Лызин И. А. Причинности в социально-экономических системах: выводимость или интерпретация? // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2020. № 2 (18). С. 61-72. DOI: 10.38028/ESI.2020.18.2.005

**Введение.** Развитие современного общества как сложной фрактальной социально-экономической системы характеризуется усилением роли информационных технологий в организации управления на всех уровнях системы.

Появление кибернетики как науки об общих принципах управления привело к развитию исследований, связанных с применением кибернетических принципов для разработки математических моделей поведения социально-экономических систем по аналогии с тем, как эти принципы успешно реализуются в моделях технических систем. Направленность общества на повсеместную автоматизацию и цифровизацию потребовала новых способов представления социально-экономических систем для размещения их в открытом информационном пространстве, и организации управления такими системами в режиме реального времени. Это привело к появлению большого количества исследований,

посвященных разработке моделей социально-экономических систем и методов управления такими системами [1, 3, 15, 18, 26, 39].

Формализация поддержки управления в социально-экономических системах сводится к задаче выбора управленческих решений из множества альтернатив, для формирования которого применяют различные модели системы. Широкое применение в моделировании различных систем находят математические модели, которые основаны на функциональных зависимостях между наблюдаемыми параметрами системы, моделирующих причинности связей как логическую выводимость одних параметров через другие. Математические модели сами по себе не устанавливают причинности связей, они их фиксируют, и изучение причинностей заменяется изучением функциональных зависимостей математической модели системы. Однако в отличие от математических моделей физических систем, в которых причинно-следственные связи установлены априори самой природой и формализованы в виде соответствующих физических законов, именно представление причинностей и составляет основную проблему моделирования социально-экономических систем.

Работа посвящена анализу существующих подходов к моделированию социально-экономических систем, форм представления причинностей в моделях этих систем, и оценке их применимости к поддержке управления в социально-экономических системах.

**Подходы к моделированию социально-экономических систем.** Для моделирования социально-экономических процессов, которые допускают описание количественными переменными, применяют методы теории дифференциальных уравнений, методы оптимизации, методы вычислительной математики и т.д. [2, 11, 20-22]. Такие математические модели применяют для моделирования макроэкономических процессов, в которых в качестве переменных выступают наблюдаемые и измеримые параметры, допускающие интерпретацию как непрерывных величин (количество людей, денег, объемов производства, потребляемой электроэнергии и т.д.). Функциональные зависимости между переменными модели, объявляемые причинностями моделируемых процессов, задаются разработчиком модели на основе его знаний и опыта в исследуемой предметной области, т.е. задача моделирования социально-экономических процессов в таких случаях сводится к задаче идентификации причинностей. Человек в таких моделях явно не присутствует, моделируются связи между результатами его деятельности, отождествляемые с самой деятельностью.

Для моделирования деятельности человека, как социального объекта, обладающего способностью к целенаправленному поведению в соответствии с собственными предпочтениями (интересами), применяются методы теории активных систем, агентного моделирования, теории игр, и т.д. Деятельность человека в таких моделях представляется в виде алгоритма, определяемого соответствующей теорией, то есть человеку предписывается состояние, отвечающее этой теории, и поведение, определяемое этой теорией, которому он должен неукоснительно следовать в реальной ситуации. Например, в моделях, основанных на теории игр, реализуется концепция максимизации полезности, в рамках которой предполагается, что человек ведет себя «рационально», т.е. таким образом, чтобы максимизировать свою полезность. Функциональные связи в таких моделях, определяющие причинности моделируемых процессов, априори детерминированы в рамках соответствующей теории, и не требуют обоснований в контексте поведения моделируемой социально-экономической системы.

Для отображения свойств динамически меняющихся систем применяют имитационные методы [4] и методы качественного моделирования. Для построения сценарных моделей, как правило, используются теоретико-графовые подходы, на основе которых реализованы, например, методы когнитивного моделирования [2, 9], системной динамики [18]. Поведение системы в таких моделях представляется как изменение ее состояния в пространстве возможных состояний. Управление системой представляет собой выбор траектории ее развития как упорядоченного набора состояний, приводящей систему из исходного в заданное целевое состояние, неизменяемое в процессе развития системы. Причинность в таких моделях задается в виде бинарного отношения на множестве наблюдаемых параметров системы, выбираемого, в свою очередь, на множестве допустимых бинарных отношений. Таким образом, задача моделирования причинности представляет собой задачу идентификации бинарных отношений.

Социофизические модели описывают предиктивное подражательное поведение человека как деиндивидуализированного элемента социума. В сфере социофизических исследований известны работы, связанные с анализом социального неравенства, моделированием распространения информации в социальных сетях), моделированием поведения толпы (crowdsourcing), моделированием миграционных процессов, энергетическим менеджментом. Социофизический подход к моделированию социально-экономических процессов основан на идентификации социальных объектов с физическими объектами и переносом причинностей физических явлений на социальные явления.

Поиск характерных закономерностей в больших данных (Big Data) и универсальных статистических законов привело к появлению самостоятельного направления социофизики – эконофизики [20, 21, 22, 23]. В статистической эконофизике [24] причинность рассматривается с точки зрения наличия стохастических закономерностей. Динамическая эконофизика [26, 27, 28] оперирует динамикой стохастических параметров и устанавливает причинности, как функциональные зависимости этих параметров на основе существования предельных теорем.

Таким образом, независимо от выбираемого математического аппарата, при разработке моделей социально-экономических систем причинности связей параметров системы декларируются и идентифицируются каким-либо способом, либо отождествляются с причинностями физического мира или закономерностями стохастических систем. Применимость таких моделей для организации функционирования социально-экономической системы определяется не адекватностью самих моделей, а адекватностью моделируемой системы, как объекта моделирования этой модели.

В целом математические модели социально-экономических процессов основаны на предположении, что в их основе лежит причинность, как универсальная категория объяснения явлений. Однако, существует и иная категоризация связей в социально-экономических процессах («детерминация» по Бунге [4]), в рамках которой причинность рассматривается как один из видов связей, причем наименее распространенных. При этом наличие причинности в математической форме описания связей не представляется обязательной.

Подтверждением такого понимания связей являются последние тенденции в моделировании социально-экономических процессов, связанные с применением методов анализа больших данных [33, 34, 35], получаемых от окружения системы с помощью

Интернет-технологий. При этом целью анализа данных является не поиск причинностей тех или иных социальных процессов, а детерминация связей наблюдаемых параметров системы [43].

Поэтому современные тенденции в моделировании социально-экономических систем в условиях всеобщей дигитализации характеризуются переходом от математических моделей к дигитальным, не требующим формализации причинностей социально-экономических процессов, а позволяющим наблюдать состояние системы в режиме реального времени.

Однако отсутствие причинностей в дигитальных моделях системы приводит к необходимости разрабатывать новые способы управления ее развитием в условиях непосредственного взаимодействия с цифровым окружением на основе цифровых данных [28].

**Нарратив как форма представления причинностей в моделях социально-экономических систем.** В [13, 27, 38] предложен способ управления в социально-экономических системах, в котором развитие системы рассматривается с позиций нарративной практики, т.е. субъективное представление человека, как участника процесса управления в настоящем, о будущем, определяющим 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 лежат на самих участниках. Математические методы используются для динамического формирования стратегий управления и обеспечения управляемости системы в условиях управленческой деятельности в социально-экономической системе на основе субъективных причинностей, назначенных участниками процесса управления.

С точки зрения управления нарратив задает связи между настоящим и будущим, как причинности, «выводимые» человеком из своего субъективного опыта прошлого, которое он переносит на будущее. Таким образом, причинность не формализуется в виде математической функции, а представляется как функция мышления человека, определяющая функционирование системы.

Нарратив задает упорядоченность действий, реализующих функцию мышления, и, таким образом, определяет управление в системе. Нарратив имплицитно социально-экономической системе упорядоченность действий, требуемых для ее целенаправленного функционирования, и, таким образом, задает управление в системе, как реализацию субъективной причинности. Соответственно, в предложенной модели нарративного управления причинности не моделируются, а «вымысливаются» человеком и принимают форму нарратива. Для поддержки нарративного управления с участием авторов разработана система, реализующая функции сбора и анализа данных о системе и ее окружении в режиме реального времени [45].

**Заключение.** В отличие от технических «неживых» систем, в основе которых лежат детерминированные закономерности, относящиеся к природным явлениям, социально-экономические системы – «живые», они энтропийны, неповторяемы и конечны. В силу таких особенностей, установить закономерности в социально-экономических процессах, вечно присущие всем социально-экономическим системам, не представляется возможным. Поэтому представление причинностей в моделях таких систем носит характер субъективных предметных аналогий, определяемый сферой деятельности, квалификацией и другими

особенностями разработчика модели. Эффективность применения таких математических моделей к решению задач управления социально-экономической системой зависит от того, насколько выбранная модель причинностей оказалась «угаданной», т.е. отражающей по факту реальное поведение системы. Однако, в любом случае, субъективность самих причинностей в социально-экономических системах приводит к необходимости постоянного мониторинга состояния системы и корректировки стратегии управления, выбранной на основе разработанной модели системы.

**Благодарности.** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 20-07-00250-а и № 18-07-00543.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриянов С.В. Развитие методологических основ моделирования социально-экономических систем в контексте управления развитием // Вестник Брянского государственного технического университета. 2016. №5 (53). (дата обращения: 04.07.2020).
2. Авдеева, З. К. Когнитивный подход в управлении / З. К. Авдеева, С. В. Коврига, Д. И. Макаренко, В. И. Максимов // Проблемы управления. 2007. № 3. С. 2-8.
3. Белак И. А. Особенности моделирования социально-экономических систем // YOUNG SCIENCE . Том 2. № 4. 2015. С. 13-20.
4. Бунге М. (2010). Причинность. Место принципа причинности в современной науке. М.: Едиториал УРСС.
5. Бурков, В. Н. Теория активных систем (история развития и современное состояние) [Электронный ресурс] / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков // Проблемы управления. 2009. № 3.1. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-aktivnyh-sistem-istoriya-razvitiya-i-sovremennoe-sostoyanie>.
6. Бурков, В. Н. Теория графов в управлении организационными системами / В. Н. Бурков, А. Ю., Заложнев, Д. А. Новиков // Серия «Управление организационными системами». М. 2001. 124 с.
7. Вайдлих В. Социодинамика: системный подход к математическому моделированию в социальных науках: Пер. с англ. /Под ред. Ю.С. Попкова, А.Е. Семечкина. Изд. 2-е, стереотипное. М.: Едиториал УРСС. 2005. 480 с.
8. Губко М. В., Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Сетевые игры и игры на сетях / Труды международной конференции «Сетевые игры и менеджмент». Петрозаводск: ИПМИ РАН. 2009. С. 13-17.
9. Дли М. И., Какатунова Т. В. Применение аппарата когнитивного моделирования для анализа сложных систем // ТДР. 2013. № 4. (дата обращения: 28.06.2020).
10. Давтян А.Г., Шабалина О.А., Садовникова Н.П. Казуальность в исследовании и моделировании социальных систем //ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2018. № 4 (8). С. 20-23.
11. Давтян А.Г., Шабалина О.А., Садовникова Н.П., Парыгин Д.С., Еркин Д.А. Динамическое целеполагание в социально-экономических системах // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2016. № 11 (149). С. 46-56.

12. Давтян А.Г., Шабалина О.А., Садовникова Н.П. Генезис нарративности управления социальными системами // Информационные технологии в науке, образовании и управлении: материалы XLIV международной конференции и XIV международной конференции молодых учёных IT + S&E 16. 2016. С. 158-160.
13. Зенкевич Н., Петросян Л., Янг Д. Динамические игры и их приложения в менеджменте. СПб: Изд-во Высш. шк. Менеджмента. 2009. 415 с.
14. Клевцова А.Б. Анализ методик формирования и декомпозиции целей // Известия ЮФУ. Технические науки. 2008. № 11. С. 169-173.
15. Кузьмина С. Н., Андросенко Н. В. Использование методов математического моделирования и инструментов экономики качества для обеспечения устойчивого развития социально-экономических систем // Вестник евразийской науки. 2014. № 6 (25). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metodov-matematicheskogo-modelirovaniya-i-instrumentov-ekonomiki-kachestva-dlya-obespecheniya-ustoychivogo-razvitiya>
16. Лычкина Н.Н. Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития. Журнал «Бизнес-информатика». М.: НИУ ВШЭ. № 3(9). 2009. С. 55-67.
17. Мачуева Д.А. Современные методы анализа и оценки социально-экономических систем // ИВД. 2016. № 4 (43). (дата обращения: 28.06.2020).
18. Мазуров М. Е. Моделирование распределенных социальных и экономических систем // Статистика и экономика. 2014. № 2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-raspredelennyh-sotsialnyh-i-ekonomicheskikh-sistem>
19. Путилов В.А., Горохов А.В. Системная динамика регионального развития. / В. А. Путилов, А. В. Горохов. Мурманск: НИЦ «Пазори». 2002. 306 с.
20. Павлов В.А. Математические модели социально-экономических процессов в обществе // Вестник Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина. 2011. № 33. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskie-modeli-sotsialno-ekonomicheskikh-protsessov-v-obschestve>
21. Паринов С.И. Новые возможности имитационного моделирования социально-экономических систем // Искусственные общества. 2007. № 3-4.
22. Парыгин Д.С., Садовникова Н.П., Шабалина О.А., Корнеев И.М. Формирование целевой иерархии в задачах управления организационными системами // Онтология проектирования. 2017. Т. 7. № 4 (26). С. 496-509.
23. Самсонова Н. А. Методология моделирования социально-экономических систем. Вестник ЦЭМИ РАН. Выпуск 4. 2018
24. Словохотов Ю.Л. Физика и социофизика // Проблемы управления. 2012. № 2. С. 2–31.
25. Черноус Г. Моделирование образов социально-экономических систем на основе сбалансированных методик стратегических измерений // Вестник Киевского национального университета им. Тараса Шевченко. Серия: Экономика. 2012. № 135. (дата обращения: 28.06.2020).
26. Шабалина О.А., Давтян А.Г., Садовникова Н.П., Парыгин Д.С. Управление в социально-экономических системах: оптимальность или нарратив? //

- Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сб. науч. тр. IV междунар. конф. Томск. 2017. С. 435-438.
27. Шабалина О.А., Давтян А.Г., Садовникова Н.П., Парыгин Д.С. Моделирование динамического целеполагания в социально-экономических системах: монография. Волгоград. 2017. 76 с.
  28. Шабалина О.А., Садовникова Н.П., Парыгин Д.С., Образцов Е.А., Рубанюк В.Н. Система поддержки нарративного управления в социально-экономических системах // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2019. Режим доступа [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_3\\_Shabalina\\_Sadovnikova.pdf\\_17937e01aa.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_3_Shabalina_Sadovnikova.pdf_17937e01aa.pdf) (дата обращения: 19.03.2020).
  29. Basar T., Olsder G.J. Dynamic noncooperative game theory. 2nd ed. Philadelphia: SIAM. 1999. 511 p. (Classics Appl. Math.) DOI: 10.1137/1.9781611971132.
  30. Chatterjee, A., Ghosh, A., Inoue, J. -, & Chakrabarti, B. K. 2015. Social inequality: From data to statistical physics modeling. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series, 638(1). DOI:10.1088/1742-6596/638/1/012014
  31. Coldwell, D. A. L. Social physics, crowdsourcing and multicultural collaborative research practice in the social sciences: E pluribus unum? Electronic Journal of Business Research Methods. 15(1). 2017. Pp. 17-28.
  32. Christakis, N. Computational Social Science. Science VOL 323 2009
  33. Christensen, C. Using graph concepts to understand the organization of complex systems / C. Christensen, R. Albert // International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering. 2007. Vol. 17. Iss. 7. Pp. 2201-2214.
  34. Cognitive Mapping and Diagnostic Aspects of Organizational Change. Режим доступа: <http://www.highbeam.com/doc/1P3-1430205861.html> (дата обращения: 06.08.2015).
  35. Clancey, W. J. Cognitive modeling of social behaviors / W. J. Clancey, M. Sierhuis, B.Damer, B.Brodsky. 2004. Режим доступа: <http://cogprints.org/3966/1/CogSocialModelingClancey.pdf> (дата обращения 25.08.2018).
  36. Duhaime I. M., Schwenk C. R. Conjectures on Cognitive Simplification in Acquisition and Divestment Decision-Making // Academy of Management Review. 1985. Pp. 287-295.
  37. Ding, L., & Yun-Lin, W. (2009). Social physics and the flow of migrant peasant workers doi:10.1007/978-3-642-02469-6\_105
  38. Galam S. Sociophysics A Physicist's Modeling of Psycho-Political Phenomena. Springer. 2012. 439 p. Ishii, A., Mizuno, T., & Kawahata, Y. 2018. Position-sensitive propagation of information on social media using social physics approach. Paper presented at the Proceedings - 2017 IEEE International Conference on Big Data "Big Data 2017". 2018-January. Pp. 3078-3085. DOI:10.1109/BigData.2017.8258281
  39. Liu B. Modeling of Social Economic Systems Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017546996>.
  40. Langley, P. Cognitive architectures: Research issues and challenges / P. Langley // Cognitive Systems Research. 2009. Vol. 10. № 2. Pp. 141-160.
  41. Myerson, B. Game Theory: Analysis of Conflict. London: Harvard Univ. Press, 1991.
  42. Pentland A. / Social Physics: How Social Networks Can Make Us Smarter // Reissue Edition Penguin Random House. 2014. 360 p.

43. Papageorgiou, G. Strategic Management via System Dynamics Simulation Models / G. Papageorgiou, A. Hadjis // World Academy of Science, Engineering and Technology. 2011. Pp. 227-232.
  44. Schweitzer F. Sociophysics // Physics Today. 2018. № 71 (2). Pp. 41-46. <https://DOI.org/10.1063/PT.3.3845>
  45. Shabalina, O., Davtian, A., Sadovnikova, N., Parygin, D., Erkin, D. Narrative-based management in socio-economic systems // International Conference ICT, Society and Human Beings. Lisbon, Portugal. 2017. Pp. 73-79. UDK 004.942
- 

**UDK 004.942**

## **CAUSES IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS: FERTILITY OR INTERPRETATION?**

**Alexander G. Davtian**

PhD, researcher, e-mail: [agvs@mail.ru](mailto:agvs@mail.ru),

Russia, Moscow, Moscow Institute of Physics and Technology,

**Olga A. Shabalina**

PhD, researcher, e-mail: [O.A.Shabalina@gmail.com](mailto:O.A.Shabalina@gmail.com)

Volgograd State Technical University,

Russia, Volgograd, **Olga G. Berestneva**

Dr.Sc, Professor, e-mail: [ogb@tpu.ru](mailto:ogb@tpu.ru)

Russia, Tomsk, Tomsk Polytechnic University,

**Ivan A. Lyzin**

PhD student, e-mail: [Lyzin@tpu.ru](mailto:Lyzin@tpu.ru) ,

Russia, Tomsk, Tomsk Polytechnic University

**Abstract.** The paper considers existing approaches to modeling causalities in socio-economic systems. Methods and forms of causality representation are described. The subjective nature of causality in socio-economic systems is shown, which determines conditions for practical applicability of mathematical models of socio-economic systems to solving management problems in such systems.

**Keywords:** socio-economic system, management in socio-economic systems, model of socio-economic system, causality, subjective causality, narrative management

### **References**

1. Andriyanov S.V. Razvitie metodologicheskikh osnov modelirovaniya social'no-ekonomicheskikh sistem v kontekste upravleniya razvitiem [Development of methodological foundations for modeling socio-economic systems in the context of development management] // Vestnik Bryanskogo gosudar-stvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of Bryansk state technical University. 2016. №5 (53). (data obrashcheniya: 04.07.2020) (in Russian).



2. Avdeeva, Z. K. Kognitivnyj podhod v upravlenii [Cognitive approach in management]/ Z. K. Avdeeva, S. V. Kovriga, D. I. Makarenko, V. I. Maksimov // Problemy upravleniya = Management problem. 2007. № 3. Pp. 2-8 (in Russian).
3. Belak I. A. Osobennosti modelirovaniya social'no-ekonomicheskikh system [Features of modeling socio-economic systems] // YOUNG SCIENCE Tom 2. № 4. 2015. Pp. 13-20 (in Russian).
4. Bunge M. (2010). Prichinnost'. Mesto principa prichinnosti v sovremennoj nauke [Causality. The place of the principle of causality in modern science]. M.: Editorial URSS (in Russian).
5. Burkov, V. N. Teoriya aktivnykh sistem (istoriya razvitiya i sovremennoe sostoyanie) [Elektronnyj resurs] [Theory of active systems (history of development and current state) [Electronic resource] / V. N. Burkov, D. A. Novikov // Problemy upravleniya = Management problem. 2009. № 3.1. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-aktivnykh-sistem-istoriya-razvitiya-i-sovremennoe-sostoyanie> (in Russian).
6. Burkov, V. N. Teoriya grafov v upravlenii organizacionnymi sistemami [Graph theory in management of organizational systems]/ V. N. Burkov, A. YU., Zalozhnev, D. A. Novikov // Seriya «Upravlenie organizacionnymi sistemami» = Series "Management of organizational systems". M. 2001. 124 p (in Russian).
7. Vajdlih V. Sociodinamika: sistemnyj podhod k matematicheskomu modelirovaniyu v social'nyh naukah: Per. s angl. [Sociodynamics: a systematic approach to mathematical modelling in the social Sciences: TRANS. from English]/Pod red. YU.S. Popkova, A.E. Semechkina. Izd. 2-e, ste-reotipnoe. M.: Editorial URSS = Editorial URSS. 2005. 480 p. (in Russian).
8. Gubko M. V., Novikov D. A., CHkhartishvili A. G. Setevye igry i igry na setyah [Network games and games on networks] / Tru-dy mezhdunarodnoj konferencii «Setevye igry i menedzhment» = Proceedings of the international conference "Network games and management". Petrozavodsk: IPMI RAN. 2009. Pp. 13-17 (in Russian).
9. Dli M. I., Kakatunova T. V. Primenenie apparata kognitivnogo modelirovaniya dlya analiza slozhnykh sistem [Application of the cognitive modeling apparatus for the analysis of complex systems] // TDR. 2013. №4. (data obrashcheniya: 28.06.2020) (in Russian).
10. Davtyan A.G., SHabalina O.A., Sadovnikova N.P. Kazual'nost' v issledovanii i modelirovanii social'nykh sistem [Casualness in research and modeling of social systems] //ITNOU: Informacionnye tekhnologii v nauke, obra-zovanii i upravlenii = TONU: Information technologies in science, education and management. 2018. № 4 (8). Pp. 20-23 (in Russian).
11. Davtyan A.G., SHabalina O.A., Sadovnikova N.P., Parygin D.S., Erkin D.A. Dinamicheskoe celepolaganie v social'no-ekonomicheskikh sistemah [Dynamic goal setting in socio-economic systems]// Vestnik komp'yuternykh i informacionnykh tekhnologij = Bulletin of computer and information technologies. 2016. № 11 (149). Pp. 46-56 (in Russian).
12. Davtyan A.G., SHabalina O.A., Sadovnikova N.P. Genезis narrativnosti upravleniya social'nymi sistemami [Genesis of narrative management of social systems]//Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i uprav-lenii: materialy XLIV mezhdunarodnoj konferencii i XIV mezhdunarodnoj konfe-rencii molodyh uchyonykh IT + S&E` = Information technologies in science, education and management: proceedings of

- the XLIV international conference and the XIV international conference of young scientists IT + S&E 16, 2016. Pp. 158-160 (in Russian).
13. Zenkevich N., Petrosyan L., YAng D. Dinamicheskie igry i ih prilozheniya v menedzhmente. [Dynamic games and their applications in management.] SPb: Izd-vo Vyssh. shk. menedzhmenta = Saint Petersburg: publishing house of Higher school of management, 2009. 415 p. (in Russian).
  14. Klevcova A.B. Analiz metodik formirovaniya i dekompozicii celej [Analysis of methods for forming and decomposing goal]// Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki = SFU news. Technical science. 2008. №11. Pp. 169-173 (in Russian).
  15. Kuz'mina S. N., Androsenko N. V. Ispol'zovanie metodov matematicheskogo modelirovaniya i instrumentov ekonomiki kachestva dlya obespecheniya ustoychivogo razvitiya social'no-ekonomicheskikh sistem [Using mathematical modeling methods and tools of quality Economics to ensure sustainable development of socio-economic systems]// Vestnik evrazijskoj nauki = Bulletin of Eurasian science. 2014. №6 (25). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metodov-matematicheskogo-modelirovaniya-i-instrumentov-ekonomiki-kachestva-dlya-obespecheniya-ustoychivogo-razvitiya> (in Russian).
  16. Lychkina N.N. Retrospektiva i perspektiva sistemnoj dinamiki. Analiz dinamiki razvitiya [Retrospect and perspective of system dynamics. The analysis of the dynamics of development.]. Zhurnal «Biznes-informatika» = Business Informatics journal. M.: NIU VSHE. №3 (9). 2009. Pp. 55-67 (in Russian).
  17. Machueva D.A. Sovremennye metody analiza i ocenki social'no-ekonomicheskikh sistem [Modern methods of analysis and evaluation of socio-economic systems] // IVD. 2016. №4 (43). (data obrashcheniya: 28.06.2020) (in Russian).
  18. Mazurov M. E. Modelirovanie raspredelennykh social'nykh i ekonomicheskikh sistem [Modeling of distributed social and economic systems] // Statistika i ekonomika = Statistics and Economics. 2014. №2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-raspredelennykh-sotsialnykh-i-ekonomicheskikh-sistem/> (in Russian).
  19. Putilov V.A., Gorohov A.V. Sistemnaya dinamika regional'nogo razvitiya [System dynamics of regional development] / V. A. Putilov, A. V. Gorohov. Murmansk: NIC = SIC «Pazori». 2002. 306 p. (in Russian).
  20. Pavlov V.A. Matematicheskie modeli social'no-ekonomicheskikh processov v obshchestve [Mathematical models of socio-economic processes in society] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo universiteta im. S.A. Esenina. = Bulletin of the Ryazan state University named after S. A. Yesenin. 2011. №33. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskie-modeli-sotsialno-ekonomicheskikh-protssesov-v-obshchestve> (in Russian).
  21. Parinov S.I. Novye vozmozhnosti imitacionnogo modelirovaniya social'no-ekonomicheskikh sistem [New opportunities for simulation of socio-economic systems]// Iskusstvennye obshchestva = Artificial societies, 2007. №3-4 (in Russian).
  22. Parygin D.S., Sadovnikova N.P., SHabalina O.A., Korneev I.M. Formirovanie celevoj ierarhii v zadachah upravleniya organizacionnymi sistemami [Formation of the target

- hierarchy in organizational systems management tasks] // *Ontologiya proektirovaniya = Ontology of Designing*. 2017. Т. 7. № 4 (26). Pp. 496-509 (in Russian).
23. Samsonova N. A. Metodologiya modelirovaniya social'no-ekonomicheskikh sistem [Methodology of modeling socio-economic systems] *Vestnik CEMI RAN. Vypusk 4. = Bulletin of the CEMI RAS. Issue 4*. 2018 (in Russian).
  24. Slovohotov YU.L. Fizika i sociofizika [Physics and sociophysics]//*Problemy upravleniya = Management problem*. 2012. № 2. Pp. 2–31 (in Russian).
  25. Chernous G. Modelirovanie obrazov social'no-ekonomicheskikh sistem na osnove sbalansirovannykh metodik strategicheskikh izmerenij [Modeling images of socio-economic systems based on balanced methods of strategic measurements]// *Vestnik Kievskogo nacional'nogo universiteta im. Tarasa Shevchenko = Bulletin of the Kiev national University named Taras Shevchenko. Seriya: Ekonomika*. 2012. №135. (data obrashcheniya: 28.06.2020) (in Russian).
  26. Shabalina O.A., Davtyan A.G., Sadovnikova N.P., Parygin D.S. Upravlenie v social'no-ekonomicheskikh sistemah: optimal'nost' ili narrativ? [Management in socio-economic systems: optimality or narrative?]/ *Informacionnye tekhnologii v nauke, upravlenii, social'noj sfere i medicine: sb. nauch. tr. IV mezhdunar. konf. = Information technologies in science, management, social sphere and medicine: collection of scientific Tr. IV international Conf. Tomsk*. 2017. Pp. 435-438 (in Russian).
  27. Shabalina O.A., Davtyan A.G., Sadovnikova N.P., Parygin D.S. Modelirovanie dinamicheskogo celepolaganiya v social'no-ekonomicheskikh sistemah: monogr. [Modeling of dynamic goal setting in socio-economic systems: monograph] Volgograd. 2017. 76 p. (in Russian).
  28. Shabalina O.A., Sadovnikova N.P., Parygin D.S., Obrazcov E.A., Rubanyuk V.N. Sistema podderzhki narrativnogo upravleniya v social'no-ekonomicheskikh sistemah [System of support for narrative management in socio-economic systems] // *Elektronnyj nauchnyj zhurnal «Inzhenernyj vestnik Dona» = Electronic scientific journal "Engineering Bulletin of the don"*. 2019. Available at: [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_3\\_Shabalina\\_Sadovnikova.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_3_Shabalina_Sadovnikova.pdf) 17937e01aa.pdf (accessed: 19.03.2020) (in Russian).
  29. Basar T., Olsder G.J. *Dynamic noncooperative game theory*. 2nd ed. Philadelphia: SIAM. 1999. 511 p. (Classics Appl. Math.) DOI: 10.1137/1.9781611971132.
  30. Chatterjee, A., Ghosh, A., Inoue, J. -, & Chakrabarti, B. K. 2015. Social inequality: From data to statistical physics modeling. Paper presented at the *Journal of Physics: Conference Series*, 638(1). DOI:10.1088/1742-6596/638/1/012014
  31. Coldwell, D. A. L. Social physics, crowdsourcing and multicultural collaborative research practice in the social sciences: E pluribus unum? *Electronic Journal of Business Research Methods*. 15(1). 2017. Pp. 17-28.
  32. Christakis, N. *Computational Social Science*. Science VOL 323 2009
  33. Christensen, C. Using graph concepts to understand the organization of complex systems / C. Christensen, R. Albert // *International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering*. 2007. Vol. 17. Iss. 7. Pp. 2201-2214.
  34. *Cognitive Mapping and Diagnostic Aspects of Organizational Change*. Режим доступа: <http://www.highbeam.com/doc/1P3-1430205861.html> (дата обращения: 06.08.2015).

35. Clancey, W. J. Cognitive modeling of social behaviors / W. J. Clancey, M. Sierhuis, B. Damer, V. Brodsky. 2004. Режим доступа: <http://cogprints.org/3966/1/CogSocialModelingClancey.pdf> (дата обращения 25.08.2018).
36. Duhaime I. M., Schwenk C. R. Conjectures on Cognitive Simplification in Acquisition and Divestment Decision-Making // *Academy of Management Review*. 1985. Pp. 287-295.
37. Ding, L., & Yun-Lin, W. (2009). Social physics and the flow of migrant peasant workers doi:10.1007/978-3-642-02469-6\_105
38. Galam S. *Sociophysics A Physicist's Modeling of Psycho-Political Phenomena*. Springer. 2012. 439 p. Ishii, A., Mizuno, T., & Kawahata, Y. 2018. Position-sensitive propagation of information on social media using social physics approach. Paper presented at the Proceedings - 2017 IEEE International Conference on Big Data "Big Data 2017". 2018-January. Pp. 3078-3085. DOI:10.1109/BigData.2017.8258281
39. Liu B. Modeling of Social Economic Systems Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017546996>.
40. Langley, P. Cognitive architectures: Research issues and challenges / P. Langley // *Cognitive Systems Research*. 2009. Vol. 10. № 2. Pp. 141-160.
41. Myerson, B. *Game Theory: Analysis of Conflict*. London: Harvard Univ. Press, 1991.
42. Pentland A. / *Social Physics: How Social Networks Can Make Us Smarter* // Reissue Edition Penguin Random House. 2014. 360 p.
43. Papageorgiou, G. Strategic Management via System Dynamics Simulation Models / G. Papageorgiou, A. Hadjis // *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2011. Pp. 227-232.
44. Schweitzer F. Sociophysics // *Physics Today*. 2018. № 71 (2). Pp. 41-46. <https://DOI.org/10.1063/PT.3.3845>
45. Shabalina, O., Davtian, A., Sadovnikova, N., Parygin, D., Erkin, D. Narrative-based management in socio-economic systems // *International Conference ICT, Society and Human Beings*. Lisbon, Portugal. 2017. Pp. 73-79. UDK 004.942