

Разработка математической модели оценки эффективности управления социально- экономическими системами под влиянием сигнальных и шумовых воздействий

Development of a mathematical model for assessing the effectiveness of management of socio-economic systems under the influence of signal and noise influences

УДК 330; 338

Получено: 14.06.2023

Одобрено: 05.07.2023

Опубликовано: 25.08.2023

Тебекин А.В.

Д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, почетный работник науки и техники Российской Федерации, профессор Высшей школы культурной политики и управления в гуманитарной сфере Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, профессор кафедры промышленного менеджмента Национального исследовательского технологического университета МИСИС

Tebekin A.V.

Doctor of Technical Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor, Honorary Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Professor of the Higher School of Cultural Policy and Management in the Humanities of Moscow State University. M.V. Lomonosov, Professor, Department of Industrial Management, National Research Technological University MISIS

Аннотация

Актуальность представленного исследования заключается в том, что современные условия развития постиндустриальной экономики характеризуются ростом сложности управляемых социально-экономических систем, так и окружающего их рыночного пространства, что, в свою очередь, требует адекватного развития методов оценки эффективности управления социально-экономическими системами. Целью представленных исследований явилась разработка математической модели оценки эффективности управления социально-экономическими системами под влиянием позитивных (сигнальных) и негативных (шумовых) воздействий различной природы и интенсивности. Научная новизна полученных результатов заключается в разработке новой математической модели оценки эффективности управления социально-экономическими системами, учитывающей: различную природу воздействующих на управляемую систему факторов (внешних и внутренних); различную степень управляемости воздействующих факторов (полностью управляемых, частично управляемых и неуправляемых); различный характер воздействия факторов на управляемую систему (сигнальные и шумовые воздействия); чувствительность управляемой системы к различным воздействующим факторам. Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что предложенная математическая модель оценки эффективности управления социально-экономическими системами позволяет проводить детальный анализ эффективности управления по

отдельным составляющим, а также осуществлять поиск потенциальных источников повышения этой эффективности.

Ключевые слова: разработка математической модели, оценки эффективности, управление социально-экономическими системами, влияние сигнальных и шумовых воздействий.

Abstract

The relevance of the presented research lies in the fact that modern conditions for the development of a post-industrial economy are characterized by an increase in the complexity of managed socio-economic systems and the surrounding market space, which in turn requires adequate development of methods for assessing the effectiveness of management of socio-economic systems. The purpose of the presented research was to develop a mathematical model for assessing the effectiveness of management of socio-economic systems under the influence of positive (signal) and negative (noise) impacts of various natures and intensity. The scientific novelty of the results obtained lies in the development of a new mathematical model for assessing the effectiveness of management of socio-economic systems, taking into account: the different nature of the factors influencing the managed system (external and internal); varying degrees of controllability of influencing factors (fully controllable, partially controllable and uncontrollable); different nature of the impact of factors on the controlled system (signal and noise impacts); sensitivity of the controlled system to various influencing factors. The practical significance of the results obtained lies in the fact that the proposed mathematical model for assessing the effectiveness of management of socio-economic systems allows for a detailed analysis of management effectiveness for individual components, as well as searching for potential sources of increasing this effectiveness.

Keywords: development of a mathematical model, efficiency assessments, management of socio-economic systems, influence of signal and noise impacts.

Введение

На протяжении столетий в научном мире происходят дискуссии на тему системы мер в управлении социально-экономическими системами.

В многозвенной цепочке управления социально-экономическими системами (от выработки управленческого решения до его практического воплощения) играет роль и качество управленческого решения и эффективность его доведения до исполнителей, и мотивация сотрудников, призванных реализовать управленческое решение, и волатильность внешних условий, сопровождающих процесс принятия управленческих решений.

В этой связи достаточно сложно выделить как меры управления социально-экономическими системами, так и формы представления этих метрик, использование которых осложнено влиянием множества объективных и субъективных факторов.

Современные условия развития постиндустриальной экономики характеризуются ростом сложности управляемых социально-экономических систем, так и окружающего их рыночного пространства, что, в свою очередь, требует адекватного развития методов оценки эффективности управления социально-экономическими системами, что и предопределило актуальность представленного исследования.

Цель исследований

Целью представленных исследований явилась разработка математической модели оценки эффективности управления социально-экономическими системами под влиянием позитивных (сигнальных) и негативных (шумовых) воздействий различной природы и интенсивности.

Методическая база исследований

Методическую базу исследований составили известные научные исследования об использовании мер управляемости социально-экономическими системами с

использованием различных метрик таких авторов как Балашова С.П., Сиротенко М.В.[1], Баторов Б.О., Кубасов И.А., Торопов Б.А. [2], Глухова Е.В., Набок О.А. [4], Ефимочкина Н.Б. [8], Логиновский О.В., Козлов А.С. [9], Рыжко А.Л., Лобанова Н.М., Рыжко Н.А., Кучинская Е.О. [14], Рязанов В.А. [15], Самосудов М.В. [16], Семенова Ю.Е., Курочкина А.А., Островская Е.Н., Бикезина Т.В. [13], Семенюк Е.В. [17] и др.

Методическую основу исследований также составили авторские труды по рассматриваемой проблеме [6, 7, 10-12, 18-20, 22, 23] и др.

Основные результаты исследований

Проведенные исследования показывают, что в самом общем случае управляемость социально-экономических систем представляется как функция чувствительности управляемой системы к управленческому воздействию:

$$S_s=f(I_i), \quad (1)$$

где S_s – чувствительность управляемой системы,

I_i – интенсивность управленческого воздействия.

Неслучайно именно отношение получаемого при реализации управленческого воздействия результата к затратам на его достижение и дает интегральную оценку эффективности [5] функционирования управляемой социально-экономической системы:

$$OE=R/C, \quad (2)$$

где OE – эффективность функционирования управляемой социально-экономической системы,

R – оценка результата функционирования управляемой социально-экономической системы,

C – величина затрат на достижение результата функционирования управляемой социально-экономической системы.

В более детализированном случае управляемость социально-экономических систем можно оценивать исходя из градации воздействий на управляемую систему на сигнальные (т.е. генерируемые и реализуемые в управляющей подсистеме, см. рис. 1), воспринимаемые как полезные, и шумовые (т.е. влияющие на управляемую подсистему помимо сигнальных воздействий из управляющей подсистемы), воспринимаемые как негативные с точки зрения обеспечения эффективности функционирования управляемой социально-экономической системы (2), например [24].

Если исходить из сигнально-шумовой модели воздействий на управляемую систему, то эффективность управления рассматриваемой социально-экономической системой можно представить в виде суперпозиции двух составляющих эффективности:

$$OE=OE_S+OE_N, \quad (3)$$

где OE_S – составляющая эффективности управления, отражающая реакцию социально-экономической системы на управляющие воздействия сигнального типа,

OE_N – составляющая эффективности управления, отражающая реакцию социально-экономической системы на управляющие воздействия, направленные на нейтрализацию воздействий шумового типа.

При дальнейшей детализации мер управляемости социально-экономических систем следует выделить градации реакций управляемости рассматриваемых систем в зависимости от характера воздействий.

В самом общем случае воздействующие на управляемую систему факторы принято делить на внутренние и внешние (по отношению к системе). При этом и внешние и внутренние воздействующие факторы могут носить для управляемой системы как сигнальный, так и шумовой характер [21].

Традиционно внутренние факторы, воздействующие на систему, считают управляемыми, а внешние – неуправляемыми.

Однако, как уже было показано в ранее проведенных исследованиях [3], такая градация не совсем корректна, поскольку не все внутренние воздействия являются полностью управляемыми, и не все внешние факторы являются неуправляемыми.

Исходя из этого посыла комплекс воздействий на управляемую социально-экономическую систему внешних и внутренних факторов можно представить матрицей, приведенной в табл. 1.

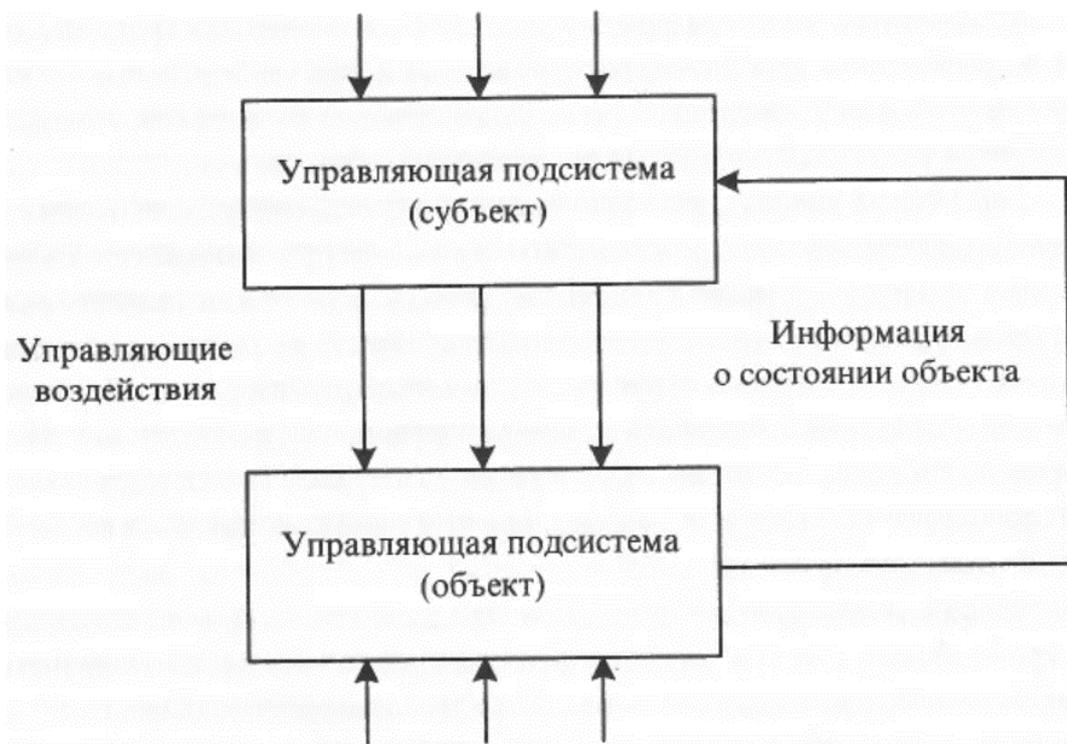


Рис. 1. Модель управления системой, представленная блоками управляющей и управляемой подсистем, а также совокупностью воздействий ($\downarrow\downarrow\downarrow$, $\uparrow\uparrow\uparrow$)

Таблица 1

Матрица, характеризующая комплексное воздействие на управляемую социально-экономическую систему подгрупп внешних и внутренних факторов различной степени управляемости

Воздействующие факторы сигнальной и шумовой природы		Внешние воздействующие факторы	
		Частично управляемые	Полностью неуправляемые
Внутренние воздействующие факторы	Частично управляемые	Сочетание частично управляемых внешних и внутренних факторов	Сочетание частично управляемых внутренних факторов и полностью неуправляемых внешних факторов
	Полностью управляемые	Сочетание частично управляемых внешних факторов и полностью управляемых внутренних факторов	Сочетание полностью неуправляемых внешних факторов и полностью управляемых внутренних факторов

Кратко охарактеризуем каждую из подгрупп внешних и внутренних воздействующих факторов, памятуя о том, что каждая из них может иметь как сигнальную, так и шумовую природу.

Полностью управляемые внутренние факторы характеризуют ту часть сигнальных и шумовых воздействий, регулирование которых полностью подвластно менеджменту социально-экономической системы, рассматриваемой в качестве объекта управления.

Частично управляемые внутренние факторы характеризуют ту часть сигнальных и шумовых воздействий, регулирование которых для менеджмента рассматриваемой социально-экономической системы связано с ресурсными и административными ограничениями.

Частично управляемые внешние факторы характеризуют ту часть сигнальных и шумовых воздействий, регулирование которых для рассматриваемой социально-экономической системы обусловлено умением ее менеджмента находить компромиссы со стейкхолдерами внешней среды микроэкономического уровня – контрагентами и конкурентами, органами местной власти и общественными организациями, инвесторами, контролирующими и надзорными органами и т.д.

Полностью неуправляемые внешние факторы характеризуют ту часть сигнальных и шумовых воздействий макроэкономического уровня, регулирование которых для менеджмента рассматриваемой социально-экономической системы в принципе невозможно, что подразумевает реализацию лишь адаптационных изменений самой управляемой системы адекватно изменениям внешних воздействий.

Следует также отметить, что степень влияния на управляемые социально-экономической системы подгрупп внешних и внутренних факторов различной степени управляемости (табл. 1) не одинакова.

Исходя из данной логики, модель управляемости социально-экономической системы можно представить в виде:

$$ME_{SES} = A \times ME_{IFC} + B \times ME_{IPM} + C \times ME_{EPC} + D \times ME_{ECU}, \quad (4)$$

где ME_{SES} – обобщенная оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы,

ME_{IFC} - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к подгруппе полностью управляемых внутренних воздействующих факторов;

ME_{IPM} - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к подгруппе частично управляемых внутренних воздействующих факторов;

ME_{EPC} - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к подгруппе частично управляемых внешних воздействующих факторов;

ME_{ECU} - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к подгруппе полностью неуправляемых внешних воздействующих факторов;

A, B, C, D – весовые коэффициенты значимости для рассматриваемой социально-экономической системы подгрупп полностью управляемых внутренних воздействующих факторов, частично управляемых внутренних воздействующих факторов, частично управляемых внешних воздействующих факторов, полностью неуправляемых внешних воздействующих факторов соответственно.

Оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к подгруппе полностью управляемых внутренних воздействующих факторов ME_{IFC} определяется соотношением:

$$ME_{IFC} = \sum_{q=1}^Q \alpha_q \cdot ME_{IFC}(S_q) + \sum_{w=1}^W \beta_w \cdot ME_{IFC}(N_w), \quad (5)$$

где $ME_{IFC}(S_q)$ - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к q -ой сигнальной составляющей подгруппы полностью управляемых внутренних воздействующих факторов ME_{IFC} ;

$ME_{IFC}(N_j)$ - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к j -ой шумовой составляющей подгруппы полностью управляемых внутренних воздействующих факторов ME_{IFC} ;

α_q - весомость воздействия q -ой сигнальной составляющей подгруппы полностью управляемых внутренних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

β_w - весомость воздействия w -ой шумовой составляющей подгруппы полностью управляемых внутренних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

Q – количество воздействующих сигнальных составляющих подгруппы полностью управляемых внутренних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

W – количество воздействующих шумовых составляющих подгруппы полностью управляемых внутренних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему.

Оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к подгруппе частично управляемых внутренних воздействующих факторов ME_{IPM} определяется соотношением:

$$ME_{IPM} = \sum_{e=1}^E \chi_e \cdot ME_{IPM}(S_e) + \sum_{r=1}^R \delta_r \cdot ME_{IPM}(N_r), \quad (6)$$

где $ME_{IPM}(S_e)$ - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к e -ой сигнальной составляющей подгруппы частично управляемых внутренних воздействующих факторов ME_{IPM} ;

$ME_{IPM}(N_r)$ - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к r -ой шумовой составляющей подгруппы частично управляемых внутренних воздействующих факторов ME_{IPM} ;

χ_e - весомость воздействия e -ой сигнальной составляющей подгруппы частично управляемых внутренних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

δ_r - весомость воздействия r -ой шумовой составляющей подгруппы частично управляемых внутренних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

E – количество воздействующих сигнальных составляющих подгруппы частично управляемых внутренних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

R – количество воздействующих шумовых составляющих подгруппы частично управляемых внутренних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему.

Оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к подгруппе частично управляемых внешних воздействующих факторов ME_{EPC} определяется соотношением:

$$ME_{EPC} = \sum_{t=1}^T \varepsilon_t \cdot ME_{EPC}(S_t) + \sum_{y=1}^Y \phi_y \cdot ME_{EPC}(N_y) , (7)$$

где $ME_{EPC}(S_t)$ - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к t-ой сигнальной составляющей подгруппы частично управляемых внешних воздействующих факторов ME_{EPC} ;

$ME_{EPC}(N_y)$ - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к y-ой шумовой составляющей подгруппы частично управляемых внешних воздействующих факторов ME_{EPC} ;

ε_t - весомость воздействия t-ой сигнальной составляющей подгруппы частично управляемых внешних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

ϕ_y - весомость воздействия y-ой шумовой составляющей подгруппы частично управляемых внешних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

T – количество воздействующих сигнальных составляющих подгруппы частично управляемых внешних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

Y – количество воздействующих шумовых составляющих подгруппы частично управляемых внешних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему.

Оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к подгруппе полностью неуправляемых внешних воздействующих факторов ME_{ECU} определяется соотношением:

$$ME_{ECU} = \sum_{u=1}^U \varphi_u \cdot ME_{ECU}(S_u) + \sum_{i=1}^I \gamma_i \cdot ME_{ECU}(N_i) , (8)$$

где $ME_{ECU}(S_u)$ - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к u-ой сигнальной составляющей подгруппы полностью неуправляемых внешних воздействующих факторов ME_{ECU} ;

$ME_{ECU}(N_i)$ - оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы применительно к i-ой шумовой составляющей подгруппы полностью неуправляемых внешних воздействующих факторов ME_{ECU} ;

φ_u - весомость воздействия u-ой сигнальной составляющей подгруппы полностью неуправляемых внешних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

γ_i - весомость воздействия i-ой шумовой составляющей подгруппы полностью неуправляемых внешних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

U – количество воздействующих сигнальных составляющих подгруппы полностью неуправляемых внешних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему;

I – количество воздействующих шумовых составляющих подгруппы полностью неуправляемых внешних воздействующих факторов на управляемую социально-экономическую систему.

Отметим, что каждая из составляющих оценка уровня эффективности управления рассматриваемой социально-экономической системы ($ME_{IFC}(S_q)$, $ME_{IFC}(N_j)$),

$ME_{IPM}(S_e)$, $ME_{IPM}(N_r)$, $ME_{EPC}(S_i)$, $ME_{EPC}(N_y)$, $ME_{ECU}(S_u)$, $ME_{ECU}(N_i)$) из выражений (5)-(8) может быть определена как соотношение между достигнутым результатом управления и задействованными для этого ресурсами (2) в полном соответствии с определением понятия эффективности согласно ГОСТ Р ИСО 9000-2015 [5].

Весовые коэффициенты А, В, С, D выражения (4), α_q , β_w выражения (5), χ_e , δ_r выражения (6), ε_t , ϕ_y выражения (7) и φ_u , γ_i выражения (8) определяются методом экспертных оценок.

Состав групп учитываемых воздействующих факторов Q, W, E, R, T, Y, U, I определяется спецификой функционирования управляемой социально-экономической системы и конкретной ситуацией оценки.

Обсуждение результатов и выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований была разработана новая математическая модель оценки эффективности управления социально-экономическими системами, учитывающая:

- различную природу воздействующих на управляемую систему факторов (внешних и внутренних);
- различную степень управляемости воздействующих факторов (полностью управляемых, частично управляемых и неуправляемых);
- различный характер воздействия факторов на управляемую систему (сигнальные и шумовые воздействия);
- чувствительность управляемой системы к различным воздействующим факторам.

Предложенная математическая модель оценки эффективности управления социально-экономическими системами позволяет проводить детальный анализ эффективности управления по отдельным составляющим, а также осуществлять поиск потенциальных источников повышения этой эффективности.

Литература

1. Балашова С.П., Сиротенко М.В. Подходы к управлению социально-экономическими системами. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. Вып.4-2, стр.142-146.
2. Баторов Б. О., Кубасов И. А., Торопов Б. А. Управление в социальных и экономических системах: курс лекций. – Москва: Академия управления МВД России, 2022. – 116 с.
3. Верятин В.Ю., Ломакин О.Е., Тебекин А.В. Формирование модели оценки уровня повышения экономической эффективности управления отраслями хозяйствования в условиях глобальных климатических изменений за счет использования информации системы гидрометобеспечения. // Журнал исследований по управлению. 2021. Т. 7. № 6. С. 68-78.
4. Глухова Е.В., Набок О.А. Глобус SAPI. Гибкие индикаторы состояния организации для заинтересованных сторон // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Том 11. – № 3. – С. 1077-1092.
5. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. <https://docs.cntd.ru/document/1200124393>
6. Егорова А.А., Тебекин А.В. Холакратический инженерный менеджмент как новое направление в управленческой науке. // Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. 2023. № 1. С. 62-73.
7. Егорова А.А., Тебекин А.В., Тебекин П.А. Реализация принципа системы научного управления Ф. Тейлора "Труд-индивидуальная деятельность" как

- источник повышения производительности труда в современных условиях хозяйствования. // Транспортное дело России. 2022. № 1. С. 119-123.
8. Ефимочкина Н.Б. Управление социально-экономическими системами – понятие, классификация, виды. // Экономические исследования и разработки. – 2017. - № 4. – С.200-217.
 9. Логиновский О.В., Козлов А.С. Модель управления социально-экономической системой с двойной петлей обратной связи. // Вестник ЮУрГУ, 2012, № 3, с.72-80.
 10. Митропольская-Родионова Н.В., Тебекин А.В., Хорева А.В. Модель учета аспектных характеристик управления на различных этапах управления хозяйствами регионов. В сборнике: Развитие взглядов на управление хозяйством регионов в странах мира: история, современность. 2023. С. 267-276.
 11. Митропольская-Родионова Н.В., Тебекин А.В., Хорева А.В. Управление изменениями в организации с использованием модели "Управленческого участия" Г. Липпитта и У. Шмидта в эпоху постиндустриальной экономики. // Eromen. Global. 2023. № S34. С. 341-359.
 12. Митропольская-Родионова Н.В., Тебекин А.В., Хорева А.В. Управление изменениями в социально-экономических системах в условиях цифровой трансформации. В сборнике: Цифровая трансформация социальных и экономических систем. Материалы международной научно-практической конференции. Отв. редактор И.А. Королькова. Москва, 2022. С. 70-79.
 13. Основы теории управления экономическими системами: Учебное пособие / Ю.Е. Семенова, А.А. Курочкина, Е.Н. Островская, Т.В. Бикезина – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2021. – 366 с.
 14. Рыжко А.Л., Лобанова Н.М., Рыжко Н.А., Кучинская Е.О. Р93 Экономика информационных систем: учебное пособие. – М.: Финансовый университет, 2014. – 204 с.
 15. Рязанов В.А. Теория управления социально-экономическими системами. Курс лекций /В.А. Рязанов; Под общ. ред. Н.Л. Присяжнюка. –М.: Академия ГПС МЧС России, 2010.- 240 с.
 16. Самосудов М.В. Возможность точного управления в социальных системах. // Московский экономический журнал. 2019, №10, с.73
 17. Семенюк, Е. В. Управление по целям в менеджменте социально-экономической системы / Е. В. Семенюк. — Текст: непосредственный // Вопросы экономики и управления. — 2017. — № 3 (10). — С. 27-29. — URL: <https://moluch.ru/th/5/archive/65/2508/> (дата обращения: 04.07.2023).
 18. Тебекин А.В. Модель принятия управленческих решений на основе оптимизации показателей эффективности с использованием теории игр в рамках масштабных стратегий на примере развития государства. // Журнал исследований по управлению. 2023. Т. 9. № 3. С. 3-13.
 19. Тебекин А.В. Принятие управленческих решений в экономических системах с использованием модели портфельной матрицы Мак-Кинси. // Журнал технических исследований. 2023. Т. 9. № 2. С. 18-26.
 20. Тебекин А.В. Проблемы обеспечения устойчивого развития Российской Федерации в условиях глобальных вызовов и угроз экономической безопасности. // В сборнике: Актуальные проблемы развития экономики и управления в условиях новой реальности. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 532-542.
 21. Тебекин А.В. Теория управления [Текст]: учебник / А. В. Тебекин. - Москва: КНОРУС, 2017. - 342 с.

22. Тебекин А.В., Тебекин П.А. Управление в организационных системах с использованием матрицы VCG. // Журнал технических исследований. 2023. Т. 9. № 1. С. 10-21.
23. Тебекин А.В., Хорева А.В. Совокупное влияние циклов развития общества на формирование систем управления. // Транспортное дело России. 2022. № 5. С. 126-137.
24. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Издательство иностранной литературы, 1963. — 830 с.