

Научная статья
УДК 005.1:004.9
<https://doi.org/10.24143/2072-9502-2024-2-105-110>
EDN KBWBZW

Теоретические основы оценки эффективности сложной информационной системы

Роман Валерьевич Ерженин

ООО «Криста-Иркутск»,
Иркутск, Россия, erzhenin@gmail.com

Аннотация. В аспекте решения проблемы неэффективности сложной информационной системы (ИС) управления государственными финансами рассматривается необходимость развития методологии системного анализа и моделирования сложной ИС. На основе синтеза положений теории систем, теории организации, теории принятия решений и теории управления были предложены основные определения отдельной теории, ее аксиомы и основные принципы оценки эффективности сложной ИС. Ключевым свойством управления сложной ИС обозначена адаптация, качественная настройка которой может усилить полезный эффект сложной системы за счет разработки общесистемной стратегии управления. Приведенные концептуальные описания адаптационного процесса управления указывают на необходимость непрерывного моделирования системы, на создание моделей управления функционированием и развитием сложной ИС как экосистемы, где приоритет в принятии решений должен быть сконцентрирован на синергетическом эффекте от бенчмаркинга, интеграции и централизации. За счет расширения научных знаний о категории эффективности сложной ИС результаты исследования позволят в дальнейшем на практике разрешать некоторые трудности и противоречия в управлении развитием сложной ИС управления государственными финансами.

Ключевые слова: сложная информационная система, эффективность, синергетический эффект, адаптация, централизация функций, бенчмаркинг

Для цитирования: Ерженин Р. В. Теоретические основы оценки эффективности сложной информационной системы // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2024. № 2. С. 105–110. <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2024-2-105-110>. EDN KBWBZW.

Original article

On the theoretical foundations of evaluating the effectiveness of a complex information system

Roman V. Erzhenin

Krista-Irkutsk, LLC,
Irkutsk, Russia, erzhenin@gmail.com

Abstract. In the aspect of solving the problem of inefficiency of a complex information system of public finance management, the necessity of developing a methodology for system analysis and modeling of a complex information system (IS) is considered. Based on the synthesis of the provisions of systems theory, organization theory, decision theory and management theory, the main definitions of a separate theory, its axioms and the basic principles of evaluating the effectiveness of the system were proposed. The key feature of the management of the system is adaptation, the qualitative adjustment of which can enhance the beneficial effect of a complex system by developing a system-wide management strategy. The given conceptual descriptions of the adaptive management process indicate the need for continuous modeling of the system, the creation of models for managing the functioning and development of the complex IS as a complex ecosystem, where priority in decision-making should be focused on the synergetic effect of benchmarking, integration and centralization. Due to the expansion of scientific knowledge about the category of effectiveness of complex IS, the results of the study will further allow in practice to resolve some difficulties and contradictions in managing the development of a complex IS for public finance management.

Keywords: complex information system, efficiency, synergetic effect, adaptation, centralization of functions, benchmarking

For citation: Erzhenin R. V. On the theoretical foundations of evaluating the effectiveness of a complex information system. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, computer science and informatics.* 2024;2:105-110. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2024-2-105-110>. EDN KBWBZW.

Введение

Мир, который окружает современного человека, – это пространство динамичного развития информационных технологий и постоянного нарастания сложности разработанных на их основе информационных систем. Создание и развитие сложных (крупномасштабных) информационных систем (ИС) с каждым годом требует все больше усилий, знаний и затрат (финансовых, трудовых), при этом дискуссии вокруг оценки результативности вложенных инвестиций не утихают, а разгораются с новой силой [1, 2]. Порой достаточно смелые заявления указывают, что положительный эффект от использования информационных технологий вообще сомнителен [3].

В России фактор широкого государственного участия в создании сложных ИС, помимо ряда положительных эффектов, одновременно создает условия для расцвета системы негативных явлений, связанных с неэффективным (а порой и с нецелевым) использованием бюджетных средств. Со стороны контрольных органов все отчетливее звучат слова о проблемах в целеполагании, о несовершенствах самих подходов к созданию и развитию сложных ИС [4]. Таким образом, к важнейшей задаче настройки новых механизмов, направленных на повышение результативности бюджетных ИТ-инвестиций, следует отнести создание концептуально-методологического базиса моделирования и оценки эффективности сложной ИС.

«Эффективность» в переводе с латинского – «действенный, производительный, дающий результат». Между тем следует согласиться с общим сложившимся мнением о том, что сложность и накопившаяся многогранность восприятия данного термина препятствуют формированию единого и согласованного представления о рассматриваемой категории эффективности в сфере ИТ. В противовес заявлению о том, что эффективность, как одна из наиболее популярных категорий, давно не обсуждается как научная проблема [5], можно в качестве доказательства привести исследования проблемы неэффективности сложной ИС управления государственными финансами (ИСУГФ) [6] и в данном исследовании продолжить изучение проблематики использования категории эффективности в отношении сложных ИС.

Теоретические основы оценки сложной ИС

Информационная система управления государственными финансами как сложная ИС организационного типа – это не просто сложная (*complexity*), а сложная крупномасштабная (*large scale*) система с исходной хаотической динамикой и со слабопрогнозируемым будущим, обладающая следующими свойствами:

– является открытой системой, обменивающейся с внешней средой (метасистемой) финансовыми, кадровыми ресурсами и информацией;

– состоит из подсистем, которые также являются сложными ИС;

– является сложной иерархичной системой, свойства которой невозможно вывести из свойств подсистемных уровней;

– обладает фрактальными свойствами строения.

Следует отметить, что эффективная сложная ИС – это идеальный, но принципиально не наблюдаемый объект, т. е. исключительно мысленная сущность, создаваемая на основе представления об эмпирических объектах – различных моделях сложной ИС.

С позиций системного подхода в общем представлении эффективность сложной ИС – это *способность* развитой системы «правильно» выдавать «правильные» результаты. Подобный класс происходящих с системой явлений как некоторую общность можно рассматривать в качестве предмета отдельного научного направления – теории эффективности сложных ИС, базирующейся на общей теории систем, теории организации, теории принятия решений и теории управления.

Теорию эффективности сложных ИС следует рассматривать как одно из направлений развития общей теории рациональной человеческой деятельности – праксеологии [6], в которой категория эффективности является основополагающим понятием управления. Теория эффективности сложных ИС объединяет в себе все научные направления системных исследований, которые связаны с определением качества и эффективности функционирования и развития сложных ИС [7].

Идеальная (эффективная) сложная ИС должна двигаться (функционировать и развиваться) в правильном, верном направлении. «Правильность» здесь, по П. Друкеру [8], – это направление вектора успеха системы, в данном случае по отношению к сложной ИС как к организационно-технической системе – это вектор *приспособленности* сложной системы к изменяющимся условиям.

Аксиома 1. «Правильность» результатов (*качество*) не является достаточным условием для признания сложной ИС эффективной (идеальной), а «правильно» выдавать результат (эффективно функционировать) не гарантирует «правильности» результатов (принцип эффективности).

Эффективность в данном определении – это комплексное операционное свойство процесса функционирования ИС, характеризующее его приспособленность к получению максимально полезного эффекта.

Качество – это совокупность существенных свойств ИС, обуславливающих ее способность (пригодность) к получению максимально полезного эффекта.

Принцип полезности заключается в том, что чем больше сложная ИС способна дать полезного эффекта, тем выше ее качество и эффективность.

Чем выше качество и эффективность, тем больше можно получить полезного эффекта сложной ИС.

Полезный эффект в данном определении представляет степень достижения поставленных целей перед системой.

Аксиома 2. Полезный эффект сложной ИС нельзя выразить одним числом, он, как правило, состоит из ряда разнородных эффектов, частью измеримых, но не соизмеримых друг с другом, частью вовсе несоизмеримых. Поэтому можно считать, что любая сложная ИС является единичной и неповторимой, и оценка ее поведения (оценка эффективности) требует особого подхода к ее моделированию (принцип уникальности).

С одной стороны, сложная ИС – это организационно-технический объект, и по своей исходной природе его эффективность должна описываться в рамках детерминистско-стохастического (ДС) подхода. С другой стороны, сложная ИС состоит из множества элементов с огромным количеством связей между ними, и мы фактически имеем безмерное число состояний системы в различные моменты времени. Состояние всей сложной ИС невозможно описать ДС-подходом, в отличие от ее подсистем более низкого порядка.

Аксиома 3. Находясь в состоянии постоянного движения и приспособления к изменяющимся внешним условиям, сложная ИС стремится перестроить себя и перейти в эффективное состояние – состояние подвижного равновесия (принцип гомеостаза).

Сложная ИС как гомеостатическая система обладает следующими свойствами:

- нестабильность: постоянно приспосабливается к условиям внешней среды;
- стремление к равновесию (эффективности): поддержка баланса во внутренней, структурной и функциональной организации системы;
- непредсказуемость: полезный эффект от предпринятых действий может оказаться отлич-

ным или даже противоположным от ожидаемого (успех/провал).

Аксиома 4. Какими бы ни были цели сложной ИС и препятствия для их достижения, для системы всегда будет одна неизменная генеральная цель – приспособление – *адаптация* к изменяющимся целям и условиям функционирования.

Закон адаптации можно рассматривать как правило (предписание)

$$R(t) = F(J, x, z, y, u),$$

в соответствии с которым параметры принятия решений (x, z, y, u) изменяются так, чтобы поведение системы отвечало бы заданному показателю (критерию) ее качества J .

Адаптация выражает свойство процессов взаимодействия подсистем внутри сложной системы и взаимодействия системы с внешней для нее средой, характеризующее качество принимаемых решений, их адекватность возможностям системы и предъявленным требованиям [9]. Чем значительнее адаптационные возможности (потенциал), тем более высока вероятность адекватного функционирования системы и ее эффективности [10].

Само содержание понятия «адаптация» предполагает, что в результате адаптационного процесса должны произойти функциональные или структурные изменения в системе [11]. Способность к адаптации (к изменениям) выражается наличием не только способности поддерживать свое временно-равновесное состояние, но и способности аккумулировать и использовать полезный опыт [12]. Первое свойство можно представить как действие отрицательной обратной связи – сопротивление изменениям, ослабляющее внешнее воздействие на систему, а второе свойство может быть представлено как петля положительной обратной связи, усиливающее воздействие на систему (рис. 1).

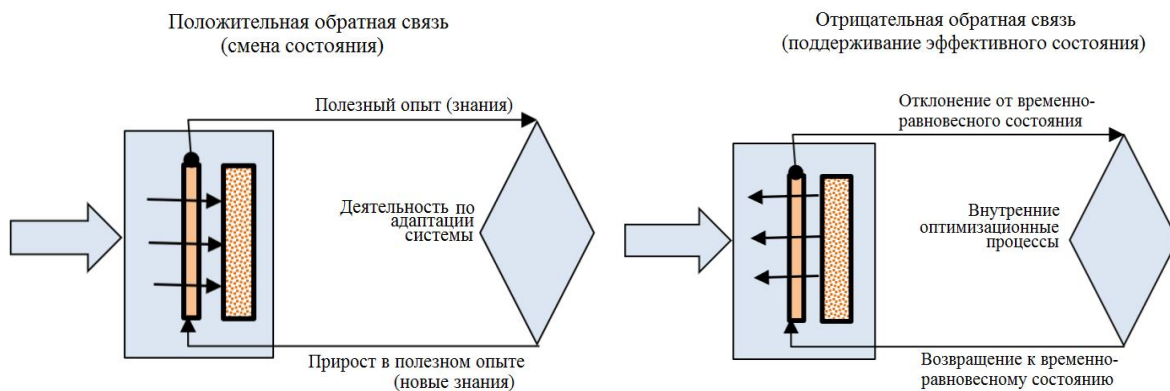


Рис. 1. Взаимодействие отрицательной и положительной обратной связи

Fig. 1. Interaction of negative and positive feedback

Сложная ИС как сложная адаптивная система обладает следующими свойствами:

- способна к адаптивной активности, за счет которой прирастает полезный опыт и уменьшаются бесполезные и вредные эффекты;
- способна поддерживать состояние стабильности (равновесия);
- способна наращивать упорядоченность (*order*) и сложность (*complexity*) за счет адаптивной активности.

Полезный опыт делится на *потенциал сложной ИС* и условия его реализации. Доля реализуемой (применяемой) части потенциала сложной ИС характеризует *потенциал ее эффективности*.

Для сложной ИС существуют два способа изменения вектора развития в жизненном цикле системы: адаптационный и бифуркационный. Первый способ – эволюционный сдвиг, второй – революционный скачок.

Закон синергии: сложная ИС стремится получить синергетический эффект за счет своей целостности, максимально использовать возможности адаптации для раскрытия своего потенциала эффективности.

Одним из управляющих параметров, с помощью которого можно добиться положительного

синергетического эффекта, является бенчмаркинг, который позволяет системно подходить к выявлению ключевых ориентиров развития (аттракторов) и способствует усилению адаптационных возможностей, приводя сложную систему в бифуркационные состояния [13].

Ряд исследований, посвященных одному из развитых методов бенчмаркинга – методологии сравнительного анализа Data Envelopment Analysis (DEA) [14, 15] – демонстрируют, как одновременно формируется общая стратегия оптимизации ИСУГФ, выбираются ключевые показатели сравнения и как значения этих показателей после выбора становятся ориентирами развития системы – стимулами к бифуркации всей системы.

На рис. 2 отображены данные сравнительного DEA-анализа эффективности функционирования финансовых органов муниципальных образований (ФО МО – ось X) Краснодарского края в соотношении с численностью населения этих территорий (ось Y); точки на линии границы эффективности по горизонтали являются той целью, к которой объект (механизм управления ресурсами и результатами) должен стремиться для повышения эффективности системы.

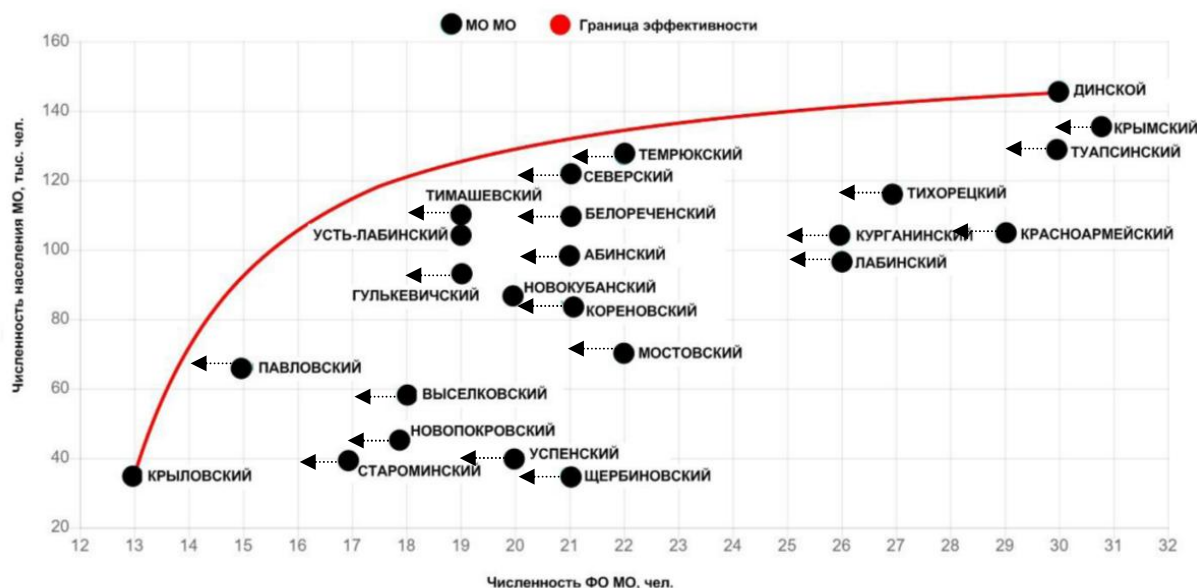


Рис. 2. Визуализация стратегии принятия решений при оптимизации подсистем ИС финансовых органов [16]

Fig. 2. Visualization of decision-making strategy when optimizing IS subsystems of financial authorities [16]

Достижение границы эффективности может произойти за счет использования в неэффективных объектах лучшей практики организации информационного процесса в эффективных объектах, каждый из которых может рассматриваться как отдельный элемент сложной ИСУГФ [16]. Синергетиче-

ский эффект также можно получить от внутренней оптимизации – от таких наиболее распространенных способов, как *интеграция* и *централизация функций* [17]. Например, замена «лоскутной автоматизации» на «платформенные» решения с высокой степенью интероперабельности может революционным обра-

зом повлиять на любой информационный процесс, в том числе на бюджетный процесс [18].

Централизация функций – наиболее известный подход, который используется в сложных организационных системах. В рассматриваемой в данном исследовании предметной области ИСУГФ процессы централизации функций по исполнению бюджета, по ведению бухгалтерского и кадрового учета, по расчету заработной платы запускаются на различных уровнях бюджетной системы в различные исторические периоды, определяющие жизненный цикл ИСУГФ [19].

В то же самое время в рамках одной – общесистемной – стратегии, учитывающей синергетический эффект от бенчмаркинга, интеграции и централизации пока не разработано.

Заключение

Рассмотренные в данной работе некоторые концептуальные положения оценки эффективности сложной ИС в целом базируются на предположении, что ее управление следует рассматривать как сложный процесс управления экосистемой, взаимодействующей с внешней средой и состоящей из множества внутренних взаимосвязанных сложных систем различной функциональной принадлежности. Подобный процесс, в отличие от общепринятых подходов к управлению ИС как техническими системами, должен строиться с учетом непрерывности жизни системы в условиях подвижного равновесия, т. е. на принципах постоянного мониторинга состояния системы, прогнозирования ее развития и разработки оптимальных управляющих решений.

Список источников

1. Скрипкин К. Г. Экономическая эффективность информационных систем в России: моногр. М.: МАКС Пресс, 2014. 156 с.
2. Середенко Е. С. Оценка экономической эффективности аналитических информационных систем: дис. ... канд. экон. наук. М., 2014. 166 с.
3. Карр Н. Дж. Блеск и нищета информационных технологий. Почему ИТ не являются конкурентным преимуществом. М.: Изд. дом «Секрет фирмы», 2005. 176 с.
4. Шилков Д. Е. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Оценка текущего состояния федеральных государственных информационных систем с точки зрения перспектив цифровизации государственного управления». URL: perquogiajfxi8zvsbpgzmdz103uzk.pdf (дата обращения: 06.05.2023).
5. Асаул А. Н., Карпов Б. М., Перевязкин В. Б., Старовойтов М. К. Модернизация экономики на основе технологических инноваций. СПб.: АНО ИПЭВ, 2008. 606 с.
6. Котарбинский Т. Трактат о хорошей работе. М.: Экономика, 1975. 398 с.
7. Друкер П. Практика менеджмента. М.: Вильямс, 2002. 375 с.
8. Клименко И. С. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2024. 244 с.
9. Лодде О. А. Психологическая структура адаптивности как интегрального свойства личности: автореф. дис. ... канд. психол. наук. Хабаровск, 2019. 24 с.
10. Маклаков А. Г. Личностный адаптационный потенциал: его мобилизация и прогнозирование в экстремальных условиях // Психологический журнал. 2001. № 1. С. 16–24.
11. Макеева О. В. Адаптация как цель и условие успешного функционирования любой экономической и социальной системы // Библиосфера. 2009. № 3. С. 16–23.

12. Pushnoi G. S. Method of System's Potential as Holistic Approach for CAS-Modelling // Encyclopedia of Information Science and Technology: in 10 v. Hershey-London: IGI-Publishing, 2014. Chapt. 707. P. 7180–7191. URL: <http://www.igi-global.com/book/encyclopedia-information-science-technology-third/76156> (дата обращения: 17.06.2023).
13. Гераськина И. Н. Синергетический менеджмент – современный концептуальный подход к развитию предприятия // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. Т. 9. № 22 (211). С. 32–38.
14. Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. 318 p.
15. Ерженин Р. В. Анализ среды функционирования: инструмент для оценки эффективности экономических информационных систем // Информационные системы и технологии. 2022. № 2 (130). С. 47–53.
16. Ерженин Р. В. Модель оценки эффективности информационной системы управления муниципальными финансами // System Analysis & Mathematical Modeling. 2023. Т. 5. № 3. С. 319–337.
17. Лазарева М. Эффект синергии: вариант расчета при централизации функций в корпоративном центре. URL: https://etpfs.ru/articles/effekt_sinerгии_variant_rascheta_pri_tsentralizatsii_funktsiy_v_korporativnom_tsentre/ (дата обращения: 15.11.2023).
18. Ерженин Р. В. Оценка результатов реализации проекта по созданию ГИИС «Электронный бюджет» // Инновации и инвестиции. 2019. № 6. С. 107–113.
19. Ерженин Р. В. Централизованная бухгалтерия в секторе государственного управления (теория и практика): моногр. М.: РИОР, 2017. 204 с.

References

1. Skripkin K. G. *Ekonomicheskaja effektivnost' informatsionnykh sistem v Rossii: monografija* [Economic efficiency of information systems in Russia: monograph]. Moscow, MAKS Press, 2014. 156 p.
2. Seredenko E. S. *Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti analiticheskikh informatsionnykh sistem. Dissertatsiya ... kand. ekon. nauk* [Assessment of the economic efficiency

of analytical information systems. Dissertation ... Candidate of Economic Sciences]. Moscow, 2014. 166 p.

3. Karr N. Dzh. *Blesk i nishcheta informatsionnykh tekhnologii. Pochemu IT ne iavliaiutsia konkurentnym preimushchestvom* [The brilliance and poverty of information technology. Why are OTS not a competitive advantage]. Moscow, Izd. dom «Sekret firmy», 2005. 176 p.

4. Shilkov D. E. *Otchet o rezul'tatakh ekspertno-analiticheskogo meropriiatiia «Otsenka tekushchego sostoiianiia federal'nykh gosudarstvennykh informatsionnykh sistem s tochki zreniia perspektiv tsifrovizatsii gosudarstvennogo upravleniia»* [Report on the results of the expert-analytical event "Assessment of the current state of federal state information systems from the perspective of digitalization of public administration"]. Available at: pepquogi-ajfpxi8zvsbpgzmdzl03uzk.pdf (accessed: 06.05.2023).

5. Asaul A. N., Karpov B. M., Pereviazkin V. B., Starovoitov M. K. *Modernizatsiia ekonomiki na osnove tekhnologicheskikh innovatsii* [Modernization of the economy based on technological innovations]. Saint Petersburg, ANO IPEV Publ., 2008. 606 p.

6. Kotarbinskii T. *Traktat o khoroshei rabote* [A treatise on good work]. Moscow, Ekonomika Publ., 1975. 398 p.

7. Druker P. *Praktika menedzhmenta* [Management practice]. Moscow, Vil'iams Publ., 2002. 375 p.

8. Klimenko I. S. *Teoriia sistem i sistemnyi analiz: uchebnoe posobie* [Systems Theory and system Analysis: a textbook]. Moscow, KNORUS Publ., 2024. 244 p.

9. Lodde O. A. *Psikhologicheskaiia struktura adaptivnosti kak integral'nogo svoistva lichnosti. Avtoreferat dis. ... kand. psikhol. nauk* [The psychological structure of adaptability as an integral property of personality. Abstract of the dissertation ... cand. psychological sciences]. Khabarovsk, 2019. 24 p.

10. Maklakov A. G. *Lichnostnyi adaptatsionnyi potentsial: ego mobilizatsiia i prognozirovaniie v ekstremal'nykh usloviakh* [Personal adaptive potential: its mobilization and forecasting in extreme conditions]. *Psikhologicheskii zhurnal*, 2001, no. 1, pp. 16-24.

11. Makeeva O. V. *Adaptatsiia kak tsel' i uslovie uspeshnogo funktsionirovaniia liuboi ekonomicheskoi i sotsial'noi sistemy* [Adaptation as a goal and condition for the successful functioning of any economic and social system]. *Bibliosfera*, 2009, no. 3, pp. 16-23.

12. Pushnoi G. S. Method of System's Potential as Holistic Approach for CAS-Modelling. *Encyclopedia of Information Science and Technology: in 10 vol.* Hershey-London, IGI-Publishing, 2014. Chapter 707. Pp. 7180-7191. Available at: <http://www.igi-global.com/book/encyclopedia-information-science-technology-third/76156> (accessed: 17.06.2023).

13. Geras'kina I. N. *Sinergeticheskii menedzhment – sovremennyi kontseptual'nyi podkhod k razvitiuu predpriiatiia* [Synergetic management is a modern conceptual approach to enterprise development]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 2013, vol. 9, no. 22 (211), pp. 32-38.

14. Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 2000. 318 p.

15. Erzhenin R. V. *Analiz sredey funktsionirovaniia: instrument dlia otsenki effektivnosti ekonomicheskikh informatsionnykh sistem* [Analysis of the operating environment: a tool for evaluating the effectiveness of economic information systems]. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii*, 2022, no. 2 (130), pp. 47-53.

16. Erzhenin R. V. *Model' ocenki effektivnosti informacionnoj sistemy upravleniia municipal'nymi finansami* [Model for Assessing the Efficiency of the Organizational and Technical System of Management of Municipal Finances]. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2023, vol. 5, no. 3, pp. 319–337.

17. Lazareva M. *Effekt sinergii: variant rascheta pri tsentralizatsii funktsii v korporativnom tsentre* [Synergy effect: calculation option for centralization of functions in the corporate center]. Available at: https://etpfs.ru/articles/effekt_sinergii_variant_rascheta_pri_tsentralizatsii_funktsiy_v_korporativnom_tsentre/ (accessed: 15.11.2023).

18. Erzhenin R. V. *Otsenka rezul'tatov realizatsii proekta po sozdaniuu GIIS «Elektronnyi biudzhет»* [Evaluation of the results of the implementation of the project on the creation of the GIS "Electronic Budget"]. *Innovatsii i investitsii*, 2019, no. 6, pp. 107-113.

19. Erzhenin R. V. *Tsentralizovannaia bukhgalteriia v sektore gosudarstvennogo upravleniia (teoriia i praktika): monografiia* [Centralized accounting in the public administration sector (theory and practice): monograph]. Moscow, RIOR Publ., 2017. 204 p.

Статья поступила в редакцию 25.12.2023; одобрена после рецензирования 11.03.2024; принята к публикации 04.04.2024
The article was submitted 25.12.2023; approved after reviewing 11.03.2024; accepted for publication 04.04.2024

Информация об авторе / Information about the author

Роман Валерьевич Ерженин – кандидат экономических наук; заместитель генерального директора; ООО «Криста-Иркутск»; erzhenin@gmail.com

Roman V. Erzhenin – Candidate of Economic Sciences; Deputy General Director; Krista-Irkutsk, LLC; erzhenin@gmail.com

