
При использовании материалов статьи необходимо использовать данную ссылку:

Морозов В.П., Родионов Е.А., Сырин А.И. Принятие решений в информационных социокберфизических системах поддержки финансовой инвестиционной деятельности // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 3 (61). С. 54-60.

УДК 004.822: 004.896:007.51

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СОЦИОКИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ФИНАНСОВОЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Морозов В.П., Родионов Е.А., Сырин А.И.

Предлагается исследовать информационные системы поддержки финансовой инвестиционной деятельности организации как социокберфизические системы. Это обусловлено необходимостью их целостного представления, что соответствует практике их применения. Показано, что социокберфизические системы являются дальнейшим развитием киберфизических систем, отличительной особенностью которых является наличие социальной подсистемы. В роли социальной подсистемы может выступать лицо, принимающее решение, их группа или члены организации, в которой эксплуатируется социокберфизическая система. Установлено, что социокберфизическая система, как потомок наследует свойства киберфизической системы, приобретает новые, в основном положительные, за исключением свойства психологической непредсказуемости. Суть данного свойства заключается в возможности аномального поведения лица, принимающего решения при работе в стрессовых ситуациях на рынке ценных бумаг, приводящего к некорректным действиям с активами финансового инвестиционного портфеля организации, и, как следствие, потере его доходности.

Предлагается минимизировать участие лица, принимающего решения, в процессе управления финансовым инвестиционным портфелем организации путем учета экспертного опыта профессионалов в данной предметной области, основанного на решении частных интеллектуальных задач. Представлена структурная схема обобщенного информационного процесса управления финансовым инвестиционным портфелем организации с интегрированными частными интеллектуальными задачами. Предлагаются режимы работы информационной социокберфизической системы поддержки финансовой инвестиционной деятельности организации для различных условий ее применения.

Ключевые слова: информационный процесс, информационная система, свойство психологической непредсказуемости, социокберфизическая система, частная интеллектуальная задача

ВВЕДЕНИЕ

Информационные социокберфизические системы (ИСКФС) вызывают повышенный интерес в современном научном мире. Их появлению предшествовали информационные киберфизические системы (ИКФС). Различаются системы своим составом. В ИКФС входят физическая и кибернетическая

подсистемы [1], а в ИСКФС – физическая, кибернетическая и социальная подсистемы (СП) [2].

Элементами и подсистемами СП в ИСКФС выступают люди. Это может быть один человек – лицо, принимающее решения (ЛПР), их группа или организация, в которой эксплуатируется ИСКФС [3, 4]. Включение в состав ИСКФС СП

обусловлено необходимостью целостного изучения систем, что в максимальной степени соответствует практике их применения. Примерами ИКФС могут служить экспертные системы в медицине, транспортные навигаторы, промышленные роботы и др. [5]. В качестве примеров ИСКФС можно привести медицинские учреждения, использующие экспертные системы, грузовые или легковые автомобили со встроенными навигаторами, управляемые водителями, заводы, эксплуатирующие промышленные роботы, и др. В настоящее время активно изучаются ИСКФС, функционирующие в интересах поддержки принятия решений [6–9]. Именно они, по мнению исследователей, являются наиболее перспективными, поскольку максимально эффективно сочетают естественный и искусственный интеллект. Последний развивается быстрыми темпами, что открывает широкие возможности автоматизированного синтеза информационных управляющих систем в робототехнике, машинном обучении и других предметных областях [10–13].

ИСКФС как потомки ИКФС полностью наследуют их свойства, которые детализированы в [14], и приобретают новые, в основном положительные, за исключением свойства психологической непредсказуемости. Его суть заключается в появлении высокой вероятности принятия ЛПР волевых некорректных решений, обусловленных негативными психологическими свойствами характера и эмоциональными переживаниями, обостренными в условиях стресса [14]. Один из примеров негативного влияния психологической непредсказуемости ЛПР на инвестиционную деятельность организации приведен в [14].

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

В данной статье в качестве ИСКФС рассматриваются системы поддержки принятия инвестиционных решений (СППИР), методы, модели и алгоритмы синтеза которых предложены в [15]. В таких системах ЛПР или их группа выступают в роли СП, а физическую и кибернетическую подсистемы объединяет в себе СППИР. Функциональное назначение ИСКФС данного типа заключается в поддержке решений, принимаемых ЛПР, в рамках управления финансовым инвестиционным портфелем организации (ФИПО). Значение таких систем для отдельной организации и экономики государства в целом

трудно переоценить. Известно, что экономика любой страны нуждается в финансах, вкладываемых на долгосрочную перспективу, так называемых «длинных деньгах». ИСКФС, обеспечивающая вложение, сохранение и приумножение таких денег, является перспективной. Следует отметить, что в некоторых организациях такая ИСКФС – единственный дополнительный источник дохода. Поэтому в современных условиях разработке и совершенствованию ИСКФС управления ФИПО уделяется повышенное внимание.

Проблемный момент в функционировании ИСКФС управления ФИПО – наличие свойства психологической непредсказуемости, характеристика которого приведена в [14]. Если на данное свойство не обращать внимания, то во многих случаях деятельность в данной предметной области может быть убыточна и в отдельных случаях способна приводить к банкротству организации. В то же время совершенствование ИСКФС поддержки финансовой инвестиционной деятельности в части парирования свойства психологической непредсказуемости ЛПР способно существенно приумножить доходность организации, обеспечив ее финансовое процветание. Данное сложное направление исследований затрагивает малоизученные психологические свойства характера и эмоциональные переживания человека – ЛПР в условиях стресса в рамках деятельности на рынке ценных бумаг (РЦБ).

Таким образом, данная статья посвящена решению актуальной научной и практической проблемы – разработке одного из возможных направлений совершенствования ИСКФС управления ФИПО в части парирования свойства психологической непредсказуемости ЛПР, основанного на использовании элементов искусственного интеллекта.

Попытки парирования свойства психологической непредсказуемости ЛПР в ИСКФС предпринимались по нескольким направлениям.

Одно из направлений связано с применением наработок в области психологии

Морозов Владимир Петрович, доктор технических наук, доцент, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский Государственный Технический Университет»

Воронеж

Родионов Евгений Алексеевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский Государственный Технический Университет»

Воронеж

Сырин Александр Иванович, соискатель, Войсковая часть 38953-к
Ялта

для повышения стрессоустойчивости ЛПР и выработки правильного его поведения в условиях стресса. На основе накопленных психологией обширных знаний особенностей и видов характера человека можно выявить наиболее стрессоустойчивые характеры ЛПР и составить общие рекомендации по поведению ЛПР в условиях стресса. Однако в большинстве случаев каждый ЛПР – это сформировавшаяся личность с присущим ей характером. Переделать характер человека практически невозможно. Психология подтверждает данный факт. Рекомендации ЛПР по поведению в условиях стресса носят теоретический характер и не учитывают особенности деятельности ЛПР на РЦБ, чем объясняется их низкая эффективность.

Другое направление – моделирование поведенческих функций человека – развивается на протяжении нескольких десятков лет. Однако выдающихся достижений в данной сфере нет, хотя некоторые модели заслуживают внимания [16]. Они разработаны для решения вопросов стимулирования трудовой деятельности человека. Применять их в готовом виде для данной предметной области нельзя – требуется доработка с учетом специфики труда ЛПР на РЦБ.

Третье и наиболее перспективное направление решения данной проблемы –

исключение ЛПР из процесса управления ФИПО, чтобы избавиться от негативного эффекта влияния психологической непредсказуемости ЛПР. Однако данное решение приведет к трансформации ИСКФС в ИКФС, что недопустимо. Кроме того, добиться такого идеального решения проблемы на практике невозможно. Целесообразно минимизировать участие ЛПР в процессе управления ФИПО, что реализуется путем частичной или полной замены некоторых функций ЛПР (особенно связанных с принятием решений) решением частных интеллектуальных задач, базирующихся на средствах искусственного интеллекта.

Структурная схема, отражающая обобщенный информационный процесс управления ФИПО в виде совокупности различных видов задач, в том числе частных интеллектуальных, представлена на рисунке 1.

На схеме видна мультизадачность и мультиэтапность информационного процесса управления ФИПО. Условно выделены пять этапов: подготовительный, микропрогнозный, макропрогнозный, оценочный и финальный.

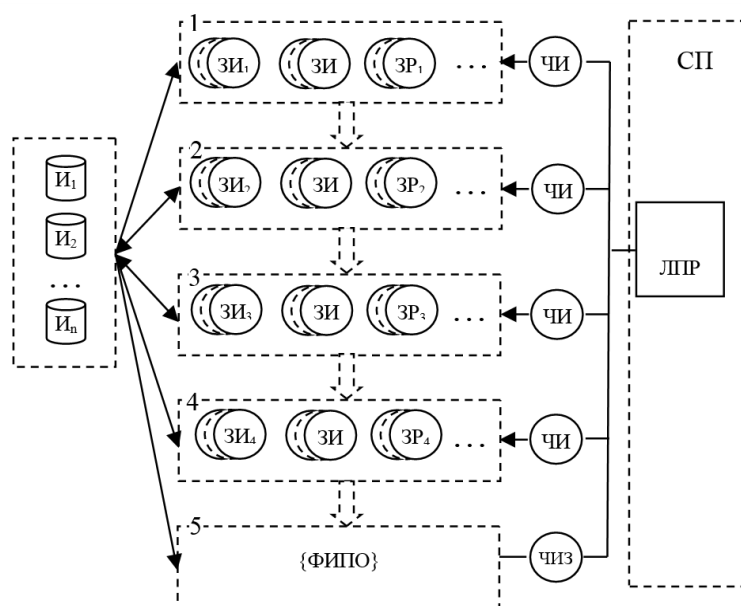


Рисунок. 1. Структурная схема обобщенного информационного процесса управления ФИПО ЗР - задача расчетная

И - источник информации; ЗИ –задача информационная; ЗИР – задача информационно-расчётная; ЧИЗ – частная интеллектуальная задача; {ФИПО}– множество портфелей

В таблице 1 приведены перечень и виды основных задач, решаемых на подготовительном этапе процесса управления ФИПО.

В таблице 2 приведены перечень и виды задач, решаемых на этапах

микропрогнозирования и макропрогнозирования при управлении ФИПО.

В таблице 3 приведены перечень и виды задач, решаемых на оценочном и финальном этапах управления ФИПО.

Таблица 1.

Перечень и виды задач, решаемых на подготовительном этапе процесса управления ФИПО

Перечень решаемых задач	Вид задачи
1. Определение финансовых вложений в ФИПО	ЗР
2. Выбор номенклатуры некоррелированных разнородных активов в интересах хеширования рисков ФИПО	ЗИ
3. Определение числа типов активов, включаемых в ФИПО	ЗР
4. Определение числа активов каждого типа, включаемых в ФИПО	ЗР
5. Расчет финансовых долей, выделяемых на каждый актив, включаемый в ФИПО	ЗР
6. Определение горизонта инвестиционной деятельности	ЗИР
7. Определение вида стратегии (активная, пассивная) управления ФИПО	ЗИ
8. Обоснование требований (риск, доходность), предъявляемых к ФИПО	ЗИР
9. Воспроизведение экспертного опыта решения вышеперечисленных вопросов	ЧИЗ

Таблица 2.

Перечень и виды задач, решаемых на этапе микропрогнозирования и макропрогнозирования при управлении ФИПО

Перечень решаемых задач	Вид задачи
1. Оценка изменения цен активов ФИПО	ЗИР
2. Построение графиков трендов характеристик активов ФИПО	ЗИР
3. Выбор моделей прогноза характеристик активов ФИПО для различных горизонтов инвестирования	ЗР
4. Прогноз характеристик активов ФИПО на краткосрочном горизонте	ЗИР
5. Прогноз характеристик активов ФИПО на среднесрочном горизонте	ЗИР
6. Прогноз характеристик активов ФИПО на долгосрочном горизонте	ЗИР
7. Реализация экспертного опыта решения вышеперечисленных задач	ЧИЗ
8. Выбор стабилизаторов – активов со стабильной доходностью	ЗИ
9. Оценка параметров активов ФИПО относительно стабилизаторов	ЗИР
10. Построение графиков трендов относительных характеристик активов	ЗИР
11. Выбор моделей прогноза относительных характеристик активов ФИПО для различных горизонтов инвестирования	ЗР
12. Краткосрочный прогноз относительных характеристик активов	ЗИР
13. Среднесрочный прогноз относительных характеристик активов	ЗИР
14. Долгосрочный прогноз относительных характеристик активов	ЗИР
15. Реализация экспертного опыта решения вышеперечисленных задач	ЧИЗ

Таблица 3.

Перечень и виды задач, решаемых на оценочном и финальном этапах управления ФИПО

Перечень решаемых задач	Вид задачи
1. Оценка доходности ФИПО в текущий момент времени	ЗР
2. Определение разности текущей и прогнозируемой доходности ФИПО для краткосрочного горизонта	ЗР
3. Определение разности текущей и прогнозируемой доходности ФИПО для среднесрочного горизонта	ЗР
4. Определение разности текущей и прогнозируемой доходности ФИПО для долгосрочного горизонта	ЗР

5. Определение разности текущих и прогнозируемых значений рисков ФИПО для различных горизонтов планирования (краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного)	ЗР
6. Оценка влияния политической и экономической обстановки на доходность и риск используемых активов ФИПО	ЗИ
7. Манипулирование активами (покупка, продажа и др.) ФИПО в зависимости от сложившейся обстановки	ЗИ
8. Реализация экспертного опыта решения задачи № 7	ЧИЗ
9. Формирование нескольких ФИПО, разных по составу активов	ЗИ
10. Выбор рационального ФИПО по заданным критериям	ЗИР
11. Реализация экспертного опыта решения задачи № 10	ЧИЗ

Следует отметить, что информационный процесс управления ФИПО – циклический: после завершения финального этапа (выбора ФИПО) в большинстве случаев управление передается на второй этап. Однако возможны и другие варианты, например, в случае кардинального пересмотра ФИПО управление передается на первый этап и т.д.

Каждый этап управления ФИПО завершается решением ЧИЗ. Каждая ЧИЗ является интеллектуальной, в содержательном плане ЧИЗ представляет собой формализованный опыт решения определенных(ой) задач(и) экспертами(ом) в данной предметной области в виде набора эвристических правил с соответствующими пояснениями. Если ЛПР понимает и принимает результаты решения ЧИЗ (результаты эвристики), то он не вмешивается в процесс управления ФИПО, и ИСКФС работает в автоматическом режиме. В противном случае ЛПР в определенные моменты времени вмешивается в процесс управления ФИПО («берет управление на себя»), реализует управляющие воздействия и возвращает управление ИСКФС. Исходя из приведенного выше вербального алгоритма работы ЛПР вытекают соответствующие режимы работы ИСКФС: автоматический и автоматизированный. Возможен также ручной режим работы ИСКФС, который целесообразно использовать для ее настройки и работы в экстремальных условиях (предкризисной, кризисной и посткризисной обстановке).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В интересах совершенствования принятия решений в ИСКФС поддержки финансовой инвестиционной деятельности организации в части парирования психологической непредсказуемости ЛПР в условиях стресса в рамках деятельности на РЦБ предложено минимизировать его участие в процессе управления ФИПО путем решения частных интеллектуальных задач, содержащих набор

эвристических правил, формализующих опыт решения определенных(ой) задач(и) экспертами(ом) в данной области. Обоснование состава и структуры ЧИЗ, а также используемых ими элементов искусственного интеллекта – тема следующих публикаций по данному направлению исследований. [iea](#)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Liu Z., Yang D.-S., Wen D., Zhang W.-M., Mao W. Cyber-physical-social systems for command and control. IEEE Intelligent Systems, 2011, July/August, pp. 92–96.
2. Petnga L., Austin M. An ontological framework for knowledge modeling and decision support in cyber-physical systems. Advanced Engineering Informatics, 2016, vol. 30. Pp. 77–94.
3. Horvath I. What the Design Theory of Social-cyber-physical systems must describe, explain and predict? In: An anthology of theories and models of design / eds. by A. Chakrabarti, L. T. M. Blessing. London, Springer-Verlag, 2014. Pp. 99–120.
4. Klöber-Koch J, Pielmeier J, Grimm S, Brandt M, Schneider M and Reinharta G. Knowledge-based decision making in a cyber-physical production scenario. Procedia Manufacturing, 2017, vol. 9. Pp. 167–174.
5. Naveed K, Khan Z and Hussain A. Adaptive trajectory tracking of wheeled mobile robot with uncertain parameters. In: Computational Intelligence for Decision Support in Cyber-Physical Systems / eds. by Z. H. Khan; Studies in Computational Intelligence, Springer, 2014, vol. 540. Pp. 237–262.
6. Salama S and Eltawil A. A decision support system architecture based on simulation optimization for cyber-physical systems. Procedia Manufacturing, 2018, vol. 26. Pp. 1147–1158.
7. Fang Y, Roofigari-Esfahan N and Anumba C. A Knowledge-based cyber-physical system (CPS)

- architecture for informed decision making in construction. Construction Research Congress 2018, ASCE, 2018. Pp. 662–672.
8. Lee J, Ardakani H D, Yang S and Bagheri B. Industrial big data analytics and cyber-physical systems for future maintenance & service innovation. Procedia CIRP, 2015, vol. 38. Pp. 3–7.
 9. Badampudi D, Wnuk K, Wohlin C, Franke U, Smite D and Cicchetti A. A decision-making process-line for selection of software asset origins and components. Journal of Systems and Software, 2018, vol. 135. Pp. 88–104.
 10. Sun Y, Yang G and Zhou X. A novel ontology-based service model for cyber physical system. 2016 5th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT), IEEE, 2016. Pp. 125–131.
 11. Hildebrandt C., Törsleff S., Caesar B., Fay A. Ontology building for cyber-physical systems: A domain expert-centric approach. 2018 IEEE 14th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), IEEE, 2018. Pp. 1079–1086.
 12. Teslya N, Smirnov A, Levashova T and Shilov N. Ontology for resource self-organisation in cyber-physical-social systems. Proceedings of the 5 th International Conference of Knowledge Engineering and the Semantic Web (KESW 2014) / eds. by P. Klinov, D. Mourmoultsev, Communications in Computer and Information Science, Springer, 2014, vol. 468. Pp. 184–195.
 13. Smirnov A, Levashova T and Kashevnik A. Ontology-based resource interoperability in socio-cyber-physical systems. Information Technology in Industry, 2018, vol. 6, no. 2. Pp. 19–25.
 14. Морозов В.П., Белоусов В.Е. и др. Определение и свойства социокиберфизических систем // Проектное управление в строительстве. 2020. №4 (21). С. 90–94.
 15. Морозов В.П. Методы, модели и алгоритмы синтеза информационных систем поддержки портфельной инвестиционной деятельности социально-экономических организаций: дис. д.т.н. – М., 2017.
 16. Картвелишвили В.М., Крынецкий Д.С. Эмоции, характер, стимул: математические модели // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2014. № 10 (89). С. 81–94.

DECISION-MAKING IN INFORMATION SOCIOCYBERPHYSICAL SYSTEMS FOR SUPPORTING FINANCIAL INVESTMENT ACTIVITIES

Morozov Vladimir Petrovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Voronezh State Technical University, Voronezh

Rodionov Evgeny Alekseevich, Graduate Student, Voronezh State Technical University, Voronezh

Syrin Alexander Ivanovich, Applicant, Military unit 38953-k.

The description of support systems for financial investment activities of organizations as representatives of sociokiberphysical systems, which are further development of cyberphysical systems actively studied by researchers at present, is given. It has been shown that sociokiberphysical systems differ from cyberphysical systems by the presence of a social subsystem that takes into account the actions of decision makers and exploits these systems. It has been established that in extreme situations arising when working on the securities market, the actions of decision makers may be inadequate, leading to significant financial losses. This fact is reflected in the property of psychological unpredictability, which is acquired by the sociokiberphysical system, due to the presence of a social subsystem. This property must be taken into account in order to parry and reduce the negative effect of incorrect actions, the decision maker. To do this, it is proposed to minimize the participation of the decision maker in the process of managing the financial investment portfolio of the organization by solving private intellectual problems based on artificial intelligence. A structural diagram of a generalized information process for managing the financial investment portfolio of the organization implementing this approach is given. Description of the main stages of this process with detail of solved problems at each of them, including intellectual ones, is presented. The operating modes of the information sociokiberphysical system for supporting the financial investment activities of the organization for various conditions of its application are justified.

Key words: information process, information system, property of psychological unpredictability, sociokiberphysical system, private intellectual task

REFERENCES:

1. Liu Z., Yang D.-S., Wen D., Zhang W.-M., Mao W. Cyber-physical-social systems for command and control. *IEEE Intelligent Systems*, 2011, July/August. Pp. 92–96.
2. Petnga L., Austin M. An ontological framework for knowledge modeling and decision support in cyber-physical systems. *Advanced Engineering Informatics*, 2016, vol. 30. Pp. 77–94.
3. Horvath I. What the Design Theory of Social-cyber-physical systems must describe, explain and predict? In: *An anthology of theories and models of design* / eds. by A. Chakrabarti, L. T. M. Blessing. London, Springer-Verlag, 2014. Pp. 99–120.
4. Klöber-Koch J, Pielmeier J, Grimm S, Brandt M, Schneider M and Reinharta G. Knowledge-based decision making in a cyber-physical production scenario. *Procedia Manufacturing*, 2017, vol. 9. Pp. 167–174.
5. Naveed K, Khan Z and Hussain A. Adaptive trajectory tracking of wheeled mobile robot with uncertain parameters. In: *Computational Intelligence for Decision Support in Cyber-Physical Systems* / eds. by Z. H. Khan; *Studies in Computational Intelligence*, Springer, 2014, vol. 540. Pp. 237–262.
6. Salama S and Eltawil A. A decision support system architecture based on simulation optimization for cyber-physical systems. *Procedia Manufacturing*, 2018, vol. 26. Pp. 1147–1158.
7. Fang Y, Roofigari-Esfahan N and Anumba C. A Knowledge-based cyber-physical system (CPS) architecture for informed decision making in construction. *Construction Research Congress 2018*, ASCE, 2018. Pp. 662–672.
8. Lee J, Ardakani H D, Yang S and Bagheri B. Industrial big data analytics and cyber-physical systems for future maintenance & service innovation. *Procedia CIRP*, 2015, vol. 38. Pp. 3–7.
9. Badampudi D, Wnuk K, Wohlin C, Franke U, Smite D and Cicchetti A. A decision-making process-line for selection of software asset origins and components. *Journal of Systems and Software*, 2018, vol. 135. Pp. 88–104.
10. Sun Y, Yang G and Zhou X. A novel ontology-based service model for cyber physical system. 2016 5th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT), IEEE, 2016. Pp. 125–131.
11. Hildebrandt C., Törsleff S., Caesar B., Fay A. Ontology building for cyber-physical systems: A domain expert-centric approach. 2018 IEEE 14th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), IEEE, 2018. Pp. 1079–1086.
12. Teslya N, Smirnov A, Levashova T and Shilov N. Ontology for resource self-organisation in cyber-physical-social systems. *Proceedings of the 5 th International Conference of Knowledge Engineering and the Semantic Web (KESW 2014)* / eds. by P. Klinov, D. Mouromtsev, *Communications in Computer and Information Science*, Springer, 2014, vol. 468. Pp. 184–195.
13. Smirnov A, Levashova T and Kashevnik A. Ontology-based resource interoperability in socio-cyber-physical systems. *Information Technology in Industry*, 2018, vol. 6, no. 2. Pp. 19–25.
14. Morozov V.P., Belousov V.Ye. i dr. Opredeleeniye i svoystva sotsiokiberfizicheskikh sistem [*Definition and properties of sociocyberphysical systems*] // *Proyektnoye upravleniye v stroitel'stve [Project management in construction]*. 2020. № 4 (21). Pp. 90–94.
15. Morozov V.P. Metody, modeli i algoritmy sinteza informatsionnykh sistem podderzhki portfel'noy investitsionnoy deyatel'nosti sotsial'no-ekonomicheskikh organizatsiy: dis. d.t.n. [*Methods, models and algorithms for the synthesis of information systems for supporting portfolio investment activities of socio-economic organizations: dis. Doctor of Technical Sciences*] – M., 2017.
16. Kartvelishvili V.M., Krynetskiy D.S. Emotsii, kharakter, stimul: matematicheskiye modeli [*Emotions, character, stimulus: mathematical models*] // *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova [Bulletin of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov]*. – 2014. № 10 (89). Pp. 81–94.