

УДК 331

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫМ КЛАСТЕРОМ В СИСТЕМЕ ANY LOGIC

Дровяников В.И., Хаймович И.Н.

ОУ ВО «Международный институт рынка», Самара, e-mail: kovalek68@mail.ru

Работа выполнена при финансовой поддержке РФНФ (грант № 15-12-63002). Описаны проблемы и подходы к разработке моделей и механизмов организационно-экономического управления социальным кластером в системе Any Logic, направленных на поиск оптимальных решений по повышению конкурентоспособности кластера и региона в целом. Показано, что для управления социальным кластером необходимо создавать в пакетах имитационного моделирования две связанные модели: агенто-ориентированную и системной динамики, основанные на передаче интегрированного показателя конкурентоспособности региона из одной модели в другую. Рассматриваются условные обозначения, применяемые в моделях, а также регрессионные математические модели, составляющие основу агенто-ориентированного имитационного моделирования. В статье приводятся блок-схема и структура программного агента в системе моделирования. При разработке рекомендаций использования моделей приводится подробный анализ результатов моделирования и его практическая значимость для оценки управления социальным кластером региона. Предложенный модельный аппарат управления конкурентным развитием социального кластера региона обеспечивает учет факторов, влияющих на его развитие, и позволяет на основе моделирования различных экономических ситуаций анализировать состояние социального кластера и оптимизировать поведение его субъектов.

Ключевые слова: социальный кластер, конкурентоспособность, агенто-ориентированное моделирование, организационно-экономическое управление, инвестиционная политика, системная динамика

SIMULATION OF THE MANAGEMENT OF THE SOCIAL CLUSTER IN THE SYSTEM OF ANY LOGIC

Drovyannikov V.I., Khaymovich I.N.

POU VO «International Market Institute», Samara, e-mail: kovalek68@mail.ru

This work is executed at financial support of Russian Foundation for Humanities (grant № 15-12-63002). Describes the challenges and approaches to development of models and mechanisms of organizational and economic management of the social cluster in the system Any Logic aimed at finding optimal solutions for improving the competitiveness of the cluster and the region in General. It is shown that for management of the social cluster, you must create the packages for simulation modeling of two related models: agent-based and system dynamics, based on the transfer of integrated indicator of competitiveness of a region from one model to another. Discusses the symbols used in the models, and regression mathematical models that form the basis of agent-oriented simulation. The article also presents the block diagram and view of software agent in the simulation system. When developing recommendations on the use of models provides a detailed analysis of the simulation results and its practical significance for the assessment of the management of the social cluster of the region. The proposed model, the management apparatus competitive development of the social cluster of the region shall take into account the factors that influence its development, and allows modelling of different economic situations to analyze the state of social cluster and optimize the behavior of its subjects.

Keywords: social cluster, competitiveness, agent-oriented modeling, organizational management, investment policy, system dynamics

Имитационное моделирование реализуется посредством набора математических инструментальных средств, специальных компьютерных программ и приемов, позволяющих с помощью компьютера провести целенаправленное моделирование в режиме «имитации» структуры и функций сложного процесса, а также оптимизацию некоторых его параметров. Набор программных средств и приемов моделирования определяет специфику системы моделирования и возможность ее использования для моделирования процессов в социальном кластере.

Важно, чтобы при запуске в компьютере взаимодействующих вычислительных процессов, которые являются по своим временным параметрам – с точностью до масштабов

времени и пространства – аналогами исследуемых процессов, была получена адекватная картина поведения исследуемой системы. Надо учитывать, что при исследовании социальных систем целесообразно анализировать поведение данных систем через поведение их субъектов на основе мультиагентного подхода с учетом роли отдельных активных агентов и их влияния на процессы протекания в системе [2, 3, 4, 5]. В этой связи практический интерес представляет имитационное моделирование в среде Any Logic [1, 6].

Постановка проблемы

При инициализации модели предложено распределить субъекты социального кластера на 4 группы (подкластеры). Критерием

этого распределения послужил найденный экспертным путем уровень конкурентоспособности субъекта кластера, который имеет интегральный характер и учитывает потенциал экономического агента, в том числе за счет инвестиций и других предпочтений [7, 12].

Выделено четыре группы (подкластера) экономических агентов кластера: «сильные», которые инновационно ориентированы и активно развиваются; «средние», экономическое положение которых неустойчиво и требует результативного управления и внешней поддержки; «слабые», которые находятся в условиях стагнации и не имеют перспектив развития без проведения специальных мер; «ликвидированные», которые прекратили свою деятельность или влились в состав других субъектов кластера.

Модель функционирования кластера в экономическом пространстве региона имитирует взаимодействие субъектов кластера внутри группы и между группами, а также влияние на состав групп программ инновационного и кластерного развития, финансовых инвестиций и других внешних воздействий.

При этом исследуются процессы перемещения экономических агентов из одной группы в другую и вырабатываются рекомендации по управлению этими процессами с учетом целей развития кластера и социальной системы региона – увеличения их инновационного потенциала и конкурентоспособности [9, 14].

Решение с использованием агенто-ориентированного моделирования

На следующем этапе формирования модельного аппарата была разработана агенто-ориентированная модель управления кластером, которая имитирует ситуацию, когда в экономике проявляются кризисные явления [8, 10, 13]. Модель реализована в среде имитационного моделирования AnyLogic и позволяет интегрировать сред-

ства нескольких областей имитационного моделирования и получить адекватную динамическую картину взаимодействия субъектов социальной сферы региона или муниципального образования.

Модель описывает поведение субъектов кластера, когда в условиях наличия кризиса в экономике региона осуществляется их ресурсно-целевая поддержка путем финансовых инвестиций в развитие экономического агента, а также других предпочтений, повышающих уровень или потенциал его конкурентоспособности. Эта величина является одной из входных параметров (S_2). Кроме него в качестве переменных входных параметров выбраны: степень устойчивости экономического агента к кризисным явлениям (S_1), интегральный показатель выраженности кризисных явлений (S_3), степень инерционности развития экономического агента (S_4), а также предельная степень стагнации экономического агента (S_5), после достижения которой происходит его ликвидация или реорганизация. Эти показатели приведем к нормализованному виду, который варьируется в заданных интервалах. Значение показателя определяет поведение агентов, которые могут менять свой статус, переходя из группы «сильных» агентов в «средние», и наоборот.

Структура агенто-ориентированной модели управления развитием социального кластера показана на рис. 1.

Значение параметра конкурентоспособности поступает в начальные данные из модели системной динамики как оценка конкурентоспособности. Модель системной динамики имеет вид, показанный на рис. 2. При исследовании в социальном кластере были выделены три подкластера – системы образования, здравоохранения и культуры.

В модели системной динамики были использованы следующие условные обозначения по системе образования (табл. 1). Аналогично определяются условные обозначения по системам здравоохранения и культуры.

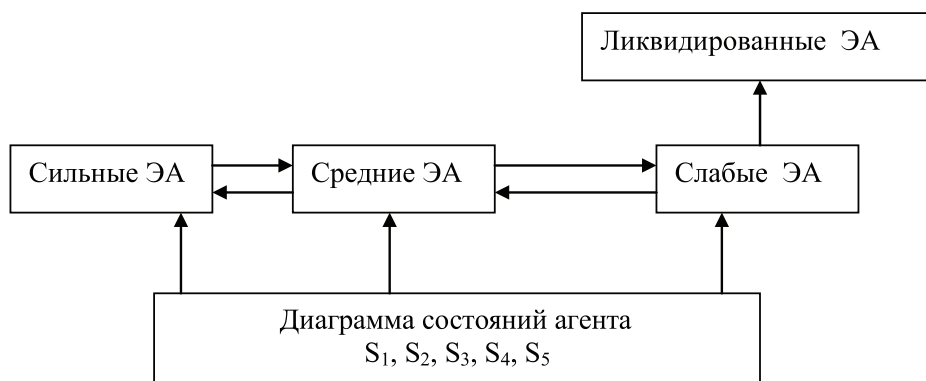


Рис. 1. Структура агенто-ориентированной модели управления развитием социального кластера

Таблица 1

Условные обозначения

Переменные	Значения
Переменные по образованию в Самарской области (МО)	
Sostoyanie_sistemy_obraz	Суммарное значение состояния системы образования
Sredstva_v_obrazovanie	Уровень инвестиций в образование
Kol_obr_uchr_na_balance	Количество образовательных учреждений
Ost_stoim_osn_fondov_obr	Остаточная стоимость основных фондов образовательных учреждений на конец исследуемого периода
Sred_stoimost_osn_fondov_obr	Средняя стоимость основных фондов образовательных учреждений
Sred_chisl_person_obr	Среднесписочная численность работающего персонала в образовательных учреждениях
Konkurentosposobnost	Интегрированный показатель конкурентоспособности МО
Removing_KS	Расчет перераспределения состояний в элементах конкурентоспособности

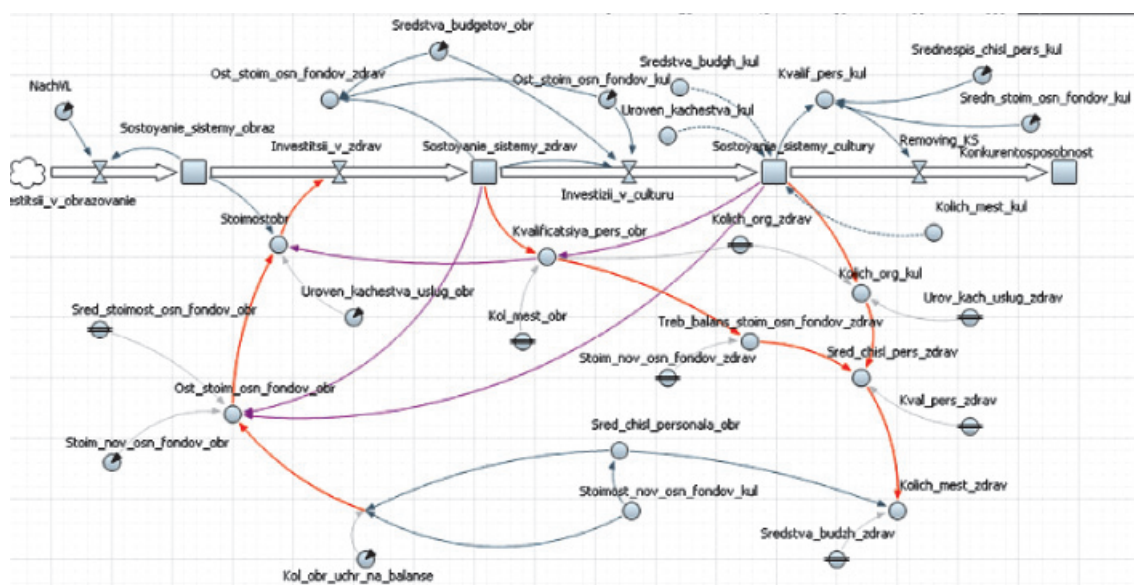


Рис. 2. Модель системной динамики для расчета параметра конкурентоспособности

Формулы

Общая оценка состояния исследуемых систем в муниципальном образовании (МО) проводилась по параметру конкурентоспособности (KS):

$$KS = 0,87 \cdot So^S + 0,88 \cdot Sz^S + 0,73 \cdot Sk^S \rightarrow \max, \tag{1}$$

где So^S – состояние системы образования в МО; Sz^S – состояние системы здравоохранения в МО; Sk^S – состояние системы культуры в МО.

Состояние системы образования рассчитывается по формуле

$$So^S = NP_O^{mo} + \sum_{j=1}^h \left(\frac{KOU_{mo}^j}{KOU_j^{ob}} + \frac{OsF_{ou, kp, j}^{mo}}{OF_{ou, kp, j}^{mo}} + \frac{NOF_{ou, j}^{mo}}{OF_{ou, kp, j}^{mo}} + \frac{\overline{OF}_{ou, j}^{mo}}{TOF_{ou, j}^{mo}} + \frac{CRP_{ou, j}^{mo}}{TCP_{ou, j}^{mo}} + \frac{KRP_{ou, j}^{mo}}{TKP_{ou, j}^{mo}} + \frac{KM_{ou, j}^{mo}}{TKM_{ou, j}^{mo}} + \frac{SB_{ou, j}^{mo}}{RB^{mo}} + YKY_{ou, j}^{mo} \right), \tag{2}$$

где NP_O^{mo} – вовлеченность МО в реализацию приоритетных национальных проектов в сфере образования; NP_O^{mo} – качественный

показатель, определяемый экспертным путем на основании оценочной шкалы; j – индекс вида образовательных учреждений

(дошкольные образовательные учреждения, общеобразовательные, средне-специальные, вузы и т.п.); h – количество видов образовательных учреждений; KOU_j^{mo} – количество образовательных учреждений j -го вида в МО; KOU_j^{ob} – количество образовательных учреждений j -го вида в области; $OsF_{ou,kr,j}^{mo}$ – остаточная стоимость основных фондов j -го вида образовательных учреждений МО на конец исследуемого периода; $OF_{ou,kr,j}^{mo}$ – балансовая стоимость основных фондов j -го вида образовательных учреждений МО на конец исследуемого периода; $NOF_{ou,j}^{mo}$ – стоимость новых основных фондов, введенных в эксплуатацию в j -м виде образовательных учреждений в исследуемом периоде; $\overline{OF}_{ou,j}^{mo}$ – средняя стоимость основных фондов образовательных учреждений j -го вида в исследуемом периоде; $TOF_{ou,j}^{mo}$ – требуемая балансовая стоимость основных фондов j -го вида образовательных учреждений МО (как показатель необходимой оснащенности образовательных учреждений основными фондами); $CRP_{ou,j}^{mo}$ – среднесписочная численность работающего персонала в j -го вида образовательных учреждениях МО; $TCP_{ou,j}^{mo}$ – требуемая численность персонала для работы в j -м виде образовательных учреждений МО; $KRP_{ou,j}^{mo}$ – квалификация работающего персонала j -го вида образовательных учреждений МО; $TKP_{ou,j}^{mo}$ – требуемая квалификация персонала для работы в j -м виде образовательных учреждений МО; $KM_{ou,j}^{mo}$ – количество мест, предоставляемых j -м видом образовательных учреждений; $TKM_{ou,j}^{mo}$ – требуемое количество мест в j -м виде образовательных учреждений для удовлетворения потребности населения МО; $SB_{ou,j}^{mo}$ – средства бюджетов всех уровней, выделяемые на финансирование j -го вида образовательных учреждений МО; RB^{mo} – расходы бюджета МО; $YKY_{ou,j}^{mo}$ – уровень качества услуг, предоставляемых j -го вида образовательными учреждениями МО; $YKY_{ou,j}^{mo}$ – качественный показатель, определяемый экспертным путем на основании оценочной шкалы.

Аналогично определяются состояния систем здравоохранения и культуры.

Блок-схема

Расчет в модели системной динамики осуществляется по следующему алгоритму.

Распределяем ограниченный инвестиционный ресурс [11]. Механизм распределения в модели следующий: сначала инвестиции поступают в образование, затем идет расчет состояния системы образования по формуле (2), потом часть инвестиций идет в здравоохранение, расчет состояния системы здравоохранения, затем оставшаяся часть инвестиций поступает в систему культуры, расчет состояния системы культуры. Перераспределение ресурсов между элементами происходит по связям в модели системной динамики (рис. 2). В итоге находим параметр конкурентоспособности для агента-ориентированной модели управления социальным кластером с учетом инновационного развития региона или МО.

Моделирование агента

Моделирование агента в диаграмме состояний осуществляется по алгоритму, указанному на рис. 3.

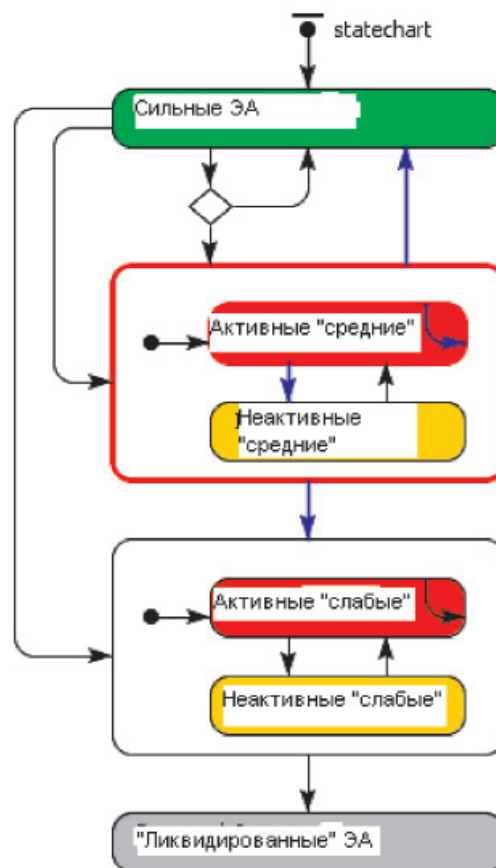


Рис. 3. Модель агента в агента-ориентированном имитационном моделировании

Результаты экспериментов

Переходим к рассмотрению результатов эксперимента сначала в модели системной динамики, затем в агента-ориентированной

модели управления социальным кластером. После расчетов по модели системной динамики получаем следующий график распределения состояний элементов социального кластера (рис. 4).

В модели системной динамики показано, что с нарастанием условного времени T наибольшая конкурентоспособность социального кластера (около 1) достигается при состоянии системы образования $S = 0,6$; при состоянии системы здравоохранения и культуры около 0,5. Расчеты по модели в режиме виртуального времени позволяют исследовать различные экономические ситуации, в частности выполнить факторный анализ поведения агентов в кризисных экономических условиях.

Динамика распределения агентов по группам в зависимости от изменения параметров представлена на рис. 5. На нем выделены три варианта изменения состояния социального кластера в период кризисных явлений в экономике, которые показывают влияние на его устойчивость и развитие инвестиций и других ресурсов. Недостаток инвестиций (вариант 1) сокращает количество успешных субъектов кластера и увеличивает число банкротств. Варианты 2 и 3 свидетельствуют, что в период уменьшения кризисных явлений инвестиции в развитие социального кластера, обеспечивающие рост конкурентоспособности субъектов кластера, приводят к положительной динамике развития даже при сравнительно небольшой степени устойчивости экономического агента.

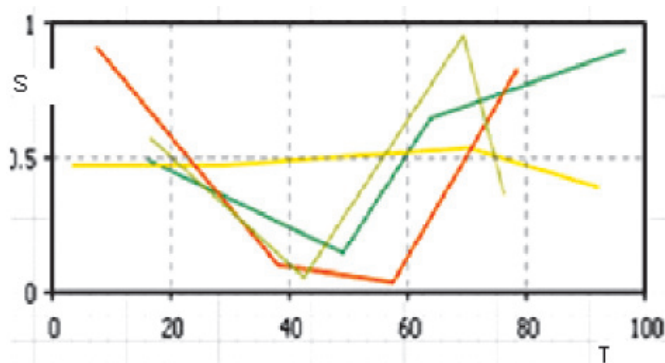


Рис. 4. График состояний элементов социального кластера:
 светло-зеленая линия – состояние системы образования, желтая линия – состояние системы здравоохранения, красная линия – состояние системы культуры, темно-зеленая линия – уровень конкурентоспособности региона

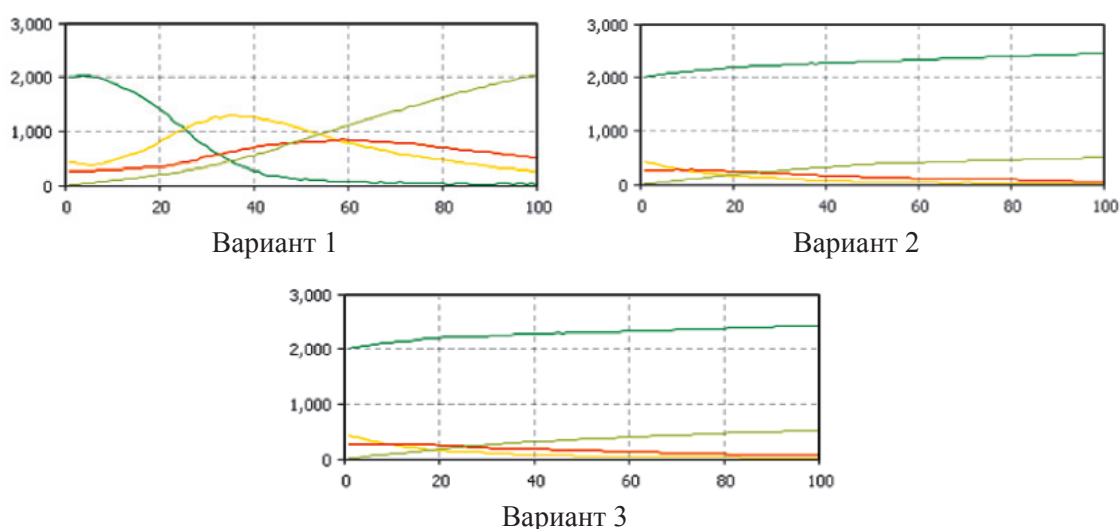


Рис. 5. Динамика распределения ЭА по подкластерам социальной системы:
 N – количество ЭА, T – период времени (усл. ед.);
 темно-зеленая линия – сильные; желтая линия – средние;
 Красная линия – слабые; светло-зеленая линия – ликвидированные

Таким образом, разработанная агенто-ориентированная имитационная модель позволяет выполнить анализ поведения субъектов кластера в различных экономических ситуациях и определить условия роста числа конкурентоспособных субъектов социального кластера. Исследования кластерных отношений с помощью этой модели обеспечивают выработку научных рекомендаций по управлению социальной сферой региона.

Список литературы

1. Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. – М.: ЗАО Изд-во «Экономика». 2008. – 279 с.
2. Дровяников В.И. Мультиагентный подход к исследованию системы подготовки профессиональных кадров // Экономические науки. – 2010. – № 11(72). – С. 274–277.
3. Дровяников В.И. Разработка методологии и модельного аппарата для синтеза управлением вузом в условиях модернизации экономики // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2010. – № 11(73). – С. 32–36.
4. Дровяников В.И., Хаймович И.Н. Концепция организационно-экономического управления кластерным развитием социальной сферы // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 334.
5. Дровяников В.И., Хаймович И.Н. Моделирование конкурентного взаимодействия вузов на рынке образовательных услуг // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2010. – № 1. – С. 22–26.
6. Жук М.А. Информационное пространство мезоуровня, как обеспечивающая среда формирования региональной промышленной политики // Вестник экономической интеграции. – М., 2009. – № 7. – С. 62–71.
7. Кукольникова Е.А. Модель управления конкурентоспособностью функционального промышленного кластера // Актуальные проблемы экономики и права. – 2013. – № 1(25). – С. 195–201.
8. Кукольникова Е.А., Рамзаев В.М., Хаймович И.Н. Согласование внутренних интересов в процессе производственного развития региональных промышленных кластеров на основе информационного управления // Вестник Самарского государственного экономического университета. – Самара, 2014. – № 12(122). – С. 32–40.
9. Маркова О.В. Стратегическое управление инновационным развитием Самарской области на основе интеграционных образований // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2014. – № 12(122). – С. 50–54.
10. Марков В.Л., Бахтизин А.Р. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). – М.: Экономика. 2013. – 295 с.
11. Рамзаев В.М. Некоммерческие организации: экономика, предпринимательство, партнерство. – Самара: Изд-во СНЦ РАН. 2006. – 400 с.

12. Рамзаев В.М., Кукольникова Е.А. Управление пространственной организацией и динамикой развития сложных социально-экономических систем территорий // Проблемы современной экономики. – 2013. – № 4(48) – С. 48–52.

13. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Управление инвестиционными проектами при проведении модернизаций предприятий в регионе // Экономические науки. – 2013. – № 4(11). – С. 109–113.

14. Саяпина К.В. Формирование инновационных кластеров как инструмент эффективного экономического управления // Эффективное антикризисное управление. – 2013. – № 6(81). – С. 88–95.

References

1. Bakhtizin A.P. *Agent-orientirovannye modeli ekonomiki*. Moscow, Ekonomika, 2008, 279 p.
2. Drovyanikov V.I. *Economicheskie nauki*, 2010, no. 11, pp. 274–277.
3. Drovyanikov V.I. *Vestnik samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 2010, no.11, pp. 32–36.
4. Drovyanikov V.I., Khaimovich I.N. – *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 5, pp. 334.
5. Drovyanikov V.I., Khaimovich I.N. – *Vestnik samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 2010, no. 1, pp. 22–26.
6. Zhuk M.A. – *Vestnik ekonomicheskoi integratsii*, 2009, no. 7, pp. 62–71.
7. Kukolnikova E.A. – *Aktualnye problemy ekonomiki i prava*, 2013, no. 1, pp. 195–201.
8. Kukolnikova E.A., Ramzaev V.M., Khaimovich I.N. – *Vestnik samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 2014, no. 12, pp. 32–40.
9. Markova O.V. – *Vestnik samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 2014, no. 12, pp. 50–54.
10. Markov V.L., Bakhtizin A.P. *Sotsialnoe modelirovanie – novyi kompyuternyi proryv (agent-orientirovannye modeli)*. Moscow, Ekonomika, 2013, 295 p.
11. Ramzaev V.M. *Nekommercheskie organizatsii: ekonomika, predprinimatelstvo, partnerstvo*. Samara, SNTs RAN, 2006, 400 p.
12. Ramzaev V.M., Kukolnikova E.A. *Problemy sovremennoi ekonomiki*, 2013, no. 4, pp. 48–52.
13. Ramzaev V.M., Khaimovich I.N., Chumak P.V. *Economicheskie nauki*, 2013, no. 4, pp. 109–113.
14. Sayapina K.V. *Effektivnoe antikrizisnoe upravlenie*, 2013, no. 6, pp. 88–95.

Рецензенты:

Рамзаев В.М., д.э.н., профессор, проректор по научной работе и экономическому развитию, ЧОУ ВО «Международный институт рынка», г. Самара;

Макаров А.А., д.т.н., профессор кафедры информационных систем и компьютерных технологий, ЧОУ ВО «Международный институт рынка», г. Самара.