

УДК 330:519.7/8

ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ И ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЦЕНОЗОВ

Долятовский В.А.

Ростовский государственный экономический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: dvaleri@inbox.ru

Рассмотрены задачи анализа структурных изменений и структурной устойчивости сложных социально-экономических систем. Сложность социально-экономических систем, основными элементами которых являются люди, а критерии являются экономическими, возрастает, появляются новые свойства самоорганизации, самосохранения, самореферентности, саморазвития. Это усложняет процедуры принятия управленческих решений с учетом адаптивных свойств и эволюционных закономерностей социально-экономических систем. Обоснована возможность применения ценологического подхода к диагностике и оценкам структурных изменений сложных систем, определена роль механизмов самоорганизации в изменениях структур ценозов, введены меры самоорганизации. Проведен анализ структурных показателей промышленной структуры 100 предприятий Ростовской области, построенные экспериментальные распределения предприятий по показателям дохода и прибыли являются гиперболическими, рассчитаны теоретические модели этих распределений, и на основе анализа их характеристик определены проблемы развития новых технологий и рассчитаны показатели уровня организации промышленной структуры. Структура обрабатывающей промышленности Ростовской области устойчива, но необходимо развитие высоких технологий, для которых определена научная база. Построение распределения развитых стран по индексу инноваций, рассчитанному агентством Блумберга, показало большую неопределенность инновационной современной экономики, позволило выделить инновационные кластеры. Распределение индекса человеческого развития близко к гиперболическому и характеризует его зависимость от уровня экономического развития страны, поэтому для повышения индекса человеческого развития страны определяющими являются показатели экономического уровня и роста экономики.

Ключевые слова: ценозы, самоорганизация, структурная устойчивость, критерии самоорганизации, распределение инновационного индекса

ESTIMATES OF STABILITY AND OPTIMIZATION OF CHARACTERISTICS OF ECONOMIC TSENOZS

Dolyatovskiy V.A.

Rostov State University of Economics, Rostov-on-Don, e-mail: dvaleri@inbox.ru

Tasks of the analysis of structural changes and structural stability of complex social and economic systems are considered. Complexity of social and economic systems which basic elements are people and criteria are economic, increases, new properties of self-organization, self-preservation, self-reference character, self-development appear. It complicates procedures of acceptance of management decisions taking into account adaptive properties and evolutionary regularities of social and economic systems. The possibility of application of tsenologic approach to diagnostics and estimates of structural changes of complex systems is proved, the role of mechanisms of self-organization in changes of structures of tsenoz is defined, self-organization measures are entered. The analysis of structural indicators of industrial structure of 100 enterprises of the Rostov region is carried out, the constructed experimental distributions of the enterprises for indicators of income and profit are hyperbolic, theoretical models of these distributions are calculated and on the basis of the analysis of their characteristics problems of development of new technologies are defined and indicators of level of the organization of industrial structure are calculated. The structure of the processing industry of the Rostov region is steady, but development of high technologies for which the scientific base is defined is necessary. Creation of distribution of developed countries by the index of innovations counted Bloomberg's agency showed big uncertainty of the innovation modern economy, allowed to allocate the innovation clusters. Distribution of the index of human development is close to hyperbolic and characterizes its dependence on the level of economic development of the country therefore for increase in the index of human development of the country indicators of economic level and growth of economy are defining.

Keywords: cenosis, self-organization, structural stability, criteria of self-organization, distribution of the innovation index

Развитие современной экономики ведет к большому разнообразию промышленных организаций и сфер их деятельности. Эти сообщества организаций изменяются в динамике, отражая существующие условия функционирования и тенденции развития экономики регионов. Существующее в стране бизнес-разнообразие подчиняется определенным законам самоорганизации, внутренним механизмам развития. Современная экономика характеризуется ростом сложности отдельных объектов по отношению к их

числу. Процессы самоорганизации экономики отражаются в законах самоорганизации, внутренних механизмах развития. Самоорганизация экономики отражается в характеристиках структуры и промышленной базы. Отсюда возникает возможность применения к макроэкономическим процессам понятия ценоза и теории ценозов. Тенденция развития систем организационного управления – это поиск методов преодоления сложности принятия решений. Если в традиционных системах решения принимаются сверху вниз,

то современный подход предполагает гетерархию автономных холонов, ведущих переговоры равных элементов для поиска решения. Ценозы представляют собой множество взаимодействующих особей (элементов), имеющих определенные характеристики. Вид – это группа особей с определенными характеристиками, отражающими их сущность. Особи могут быть упорядочены по их номеру в последовательности или рангу. Ценология даёт ключ к пониманию принципов построения сложных систем на качественно ином уровне: иначе можно подходить к проектированию сложных экономических и технических объектов, к принципам развития СЭС. В процессах эволюции и адаптации основным механизмом является самоорганизация. Под *самоорганизацией* понимается свойство сложных систем самопроизвольно упорядочивать свою внутреннюю структуру и структуру своих реакций на внешние воздействия, увеличивая их определенность во времени. Самоорганизация возникает в неравновесных системах, часто на границе хаотических состояний. Оценку самоорганизации можно получить на основе анализа процесса функционирования системы; S . Если имеется множество ситуаций

$$S_c = \{S_{c1}, S_{c2}, \dots, S_{ck}\}, \quad (1)$$

и в них принимаются решения $R(S_{ck})$, дающие эффект $E[R(S_k)]$, то улучшение в среднем эффекта

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\sum (E[R(S_k)] - E[R(S_{k-1})])}{1\Delta t} \quad (2)$$

будет характеризоваться повышением организации в цикле управления. Система S может самосовершенствоваться в 2 случаях:

1) на основе предопределенного конструкции поведения;

2) на основе самопроизвольного изменения поведения.

Во втором случае с ростом определенности реакций в среднем имеет место самоорганизация. Самоорганизацию можно оценить энтропийными оценками:

$$S(S, Q) = -\int \Delta H^Q (\varphi(Q) dQ), \quad (3)$$

где ΔH^Q – уменьшение энтропии по сравнению с максимальной, Q – закон распределения воздействий на систему, $\varphi(Q)$ – плотность вероятности. Уменьшение энтропии H определяет рост организации Q системы S , H уменьшается с ростом информированности J :

$$H = (1 - J)^{\alpha_H}, \quad (4)$$

где α – коэффициент управляемости.

Социально-экономические системы (СЭС), в которых основным элементом является человек, а критериями эффективности – экономические показатели, изменяются по воле людей и имеют новое свойство *автопоэзиса* (создаются и регенерируются сами, сохраняя свою организацию гомеостатичной, неизменной за счет изменений собственной структуры). Автопоэзис может создавать новые состояния и структуры самопроизвольно на основе мутаций и рекомбинации факторов и ресурсов. Свойство автопоэзиса системы ведет к ее *самосохранению*, когда циклично связанные самоорганизующиеся подсистемы сохраняют друг друга в пределах цикла (например, взаимная поддержка людей в группах, взаимные договоры). Предприятия, основу которых составляют люди, обладают еще одним важным свойством – *самореферентностью*. *Самореферентные системы* – это такие системы, которые, осознавая себя, организуют нужные состояния подсистем, что и обеспечивает их самоорганизацию и самосохранение. Еще одним важным свойством самоорганизующихся систем является их *операциональная замкнутость*, когда система порождает выходы без наличия внешних входов, т.е. на основе своих внутренних состояний, что характерно для современных предприятий. Это свойство и ведет к *автономии* системы, когда она может самостоятельно генерировать выходы при изменении внутренних состояний; автономия является следствием автопоэтичности системы. Самоорганизация системы ведет к росту ее управляемости. Управляемость можно оценить критериями:

1) $\alpha = \ln H / \ln(1 - J)$ при известной величине

$$H = -\sum p_i \log p_i; \quad (5)$$

2) величиной энтропии распределений экономических показателей;

3) чувствительностью $m_{ij} = \Delta y_i / \Delta x_j$, получаемой из эконометрической модели;

4) относительной достижимостью целевых показателей

$$S = \sum W_{j, y_{jp}} / \sum W_{j, y_{ju}}; \quad (6)$$

5) изменением потерь

$$C_{n1} = C_{no} [1 - (1 - J_2) / (1 - J_1)]^s. \quad (7)$$

Структура экономики РФ недостаточно инновационна, ее нужно менять. По данным Росстата, доля инновационно активных предприятий (занимающихся разработкой и внедрением наукоемких технологий) в стране составляет около 15%. Для сравнения: в Германии их 66%,

во Франции – 46%, в Греции – 27%. Цель исследования – определение закономерностей структурных изменений промышленности региона на примере Ростовской области, структуры инноваций в странах, проблем развития высоких технологий и обоснование рекомендаций по повышению эффективности структурных реформ.

Степень разработанности проблемы

В последние годы развивались работы по системному анализу макроэкономики (Р. Акофф [1], С. Глазьев [2], В. Некрасов, Д. Полтерович, М. Фридман), определены основные концепции теории ценозов (Б. Кудрин [3], Г. Ципф [4], В. Фуфаев [5], В. Гнатюк [6]), решен ряд задач применения теории ценозов к диагностике структуры региональной экономики и отраслевой структуры (А.Н. Кузьминов [7], Чефранов [8]), рассмотрены механизмы развития экономики на основе системного подхода (В.Н. Волкова [9], Г.Н. Горелова [10], Б. Кучин, Е. Якушева [11]). Показано, что управленческие решения приводят к изменению ценозов не всегда в нужном направлении [12–14], поэтому к исследованию сложных систем рационально применение ценологии.

Материалы и методы исследования

На основании исследований ряда авторов, реальной статистики характеристик 100 предприятий Ростовской области [15] и таблиц инновационных показателей 50 стран Блумберга [16] исследована устойчивость промышленной структуры Ростовской области и инновационная устойчивость ценоза 50 стран, определен диагноз состояния структур и обоснованы рекомендации по повышению структурной устойчивости экономик.

Экономику регионов и стран, состоящую из множества предприятий, можно считать ценозами. Экономическая база состоит из ряда отраслей (видов деятельности) и имеет ряд показателей, значе-

ния которых для особей можно ранжировать. Мировая экономика также состоит из множества экономик с ограниченными связями. Законы эволюции и адаптация отражается в структуре этих ценозов и значениях их ведущих параметров. Под влиянием внешних воздействий процессы самоорганизации определяют характеристики их структур. Важны соотношения видов и распределение особей по их характеристикам. Ценоз – это целостный комплекс взаимосвязанных элементов (особей), функционирующих в определенной среде и отличающихся значениями своих характеристик. Переход к VI технологическому укладу, глобализация вызывают изменения структурного состава экономики, при этом необходимо обеспечить устойчивость. На любые внешние воздействия ценоз реагирует самопроизвольным изменением распределения элементов и их характеристик, что отражает адаптацию и эволюцию ценоза. Ценоз должен быть в гармонии с окружающей средой, что отражается приближением его характеристик либо к идеальному закону распределения, либо к золотому сечению (рис. 1).

Сложные системы на основе самоорганизации управляют своей структурой, внутренними связями, чтобы сохранить устойчивость и эффективность функционирования. В процессе изменений среды ценоз адаптируется к изменениям; одни особи размножаются, другие исчезают, работает механизм естественного отбора, изменяется структура ценоза, пока станет равновесной с новыми условиями. Эти процессы характеризуют самоорганизацию ценоза. Каждый элемент ценоза характеризуется парой (x, y), x – особь, вид или значение ведущего параметра, y – ранг или порядок U в последовательности U(x). Распределение видов описывается как

$$U(r) = A/r^\alpha, \tag{8}$$

где A – коэффициент аппроксимации, α – параметр закона распределения.



Рис. 1. Задачи, решаемые ценологией

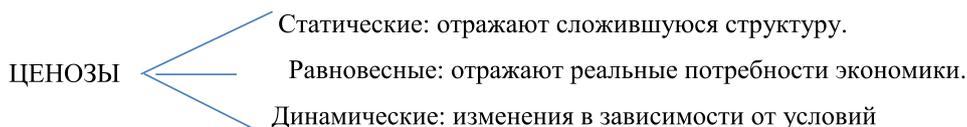


Рис. 2. Виды ценозов

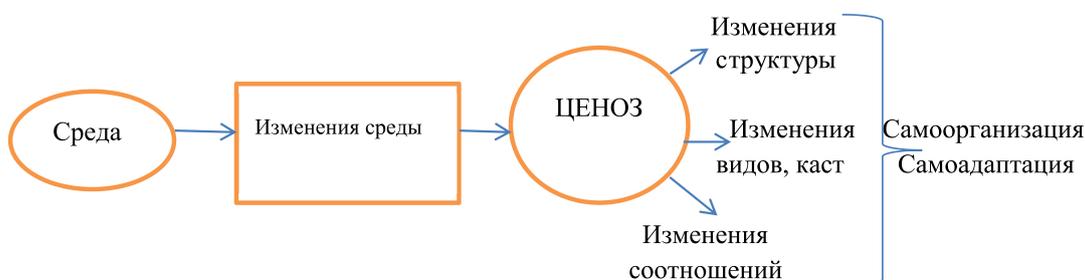


Рис. 3. Адаптация ценоза к изменениям среды на основе самоорганизации

Выделив особи x , определив их параметры и построив таблицу эмпирических данных, строим эмпирический график распределения особей и рассчитываем методом наименьших квадратов функцию идеального распределения. При сравнении эмпирической и идеальной кривых выявляется характер отклонений распределений:

– если отклонения вверх от идеального закона распределения – недостаточно особей данного ранга структуры, вниз – избыточное их количество.

Отсюда вытекают рекомендации по повышению устойчивости и эффективности структуры ценоза. Устойчивость полученного ценоза определяется разнообразием числа особей, соотношением числа часто встречающихся особей к редко встречающимся. Энтропия элементов ценоза и энтропия среды находятся в определенных соотношениях. Если в ценозе n особей, то максимальная энтропия равна:

$$H_{\max} = \lg n \text{ хартли.} \quad (8.1)$$

Для эмпирического закона распределения ценоза энтропия равна:

$$H_{\phi} = - \sum p_j \cdot \lg p_j. \quad (9)$$

В этих условиях относительная организация системы по формуле фон Фёрстера

$$R = 1 - H_{\phi} / H_{\max}. \quad (10)$$

Если рассчитать энтропии эмпирического и теоретического распределения, то их рассогласование показывает степень приближения реальности к желаемому состоянию.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученная информация о реальном состоянии ценоза и его отклонениях от идеального распределения является основой для принятия решений (рис. 2).

Отклонение ΔH показывает уровень адаптации ценоза к условиям среды и уровень знаний (негэнтропии) об изменениях среды. Ценоз меняется при накоплении физической информации в ходе контактов со средой и осмысления этой информации. Состояние социальной системы и ее эволюция, с одной стороны, могут быть охарактеризованы несколькими доминирующими параметрами или релевантными макропеременными, а с другой стороны, являются результатом большого количества микродействий со стороны индивидов.

Однако индивиды не являются абсолютно свободными в своих решениях и действиях, а частично контролируются и регулируются системой. Они генерируют состояние системы, но одновременно вовлечены в нее. Это циклическое отношение поддерживает некоторое состояние, которое может рассматриваться как доминирующая структура в социальной системе. Гиперболическая форма распределения определяется борьбой особей за существование. Это борьба за ограниченный ресурс всей системы. Инвестиции в новые производства ограничены, системы вступают в конкурентную борьбу, поэтому наиболее эффективные производства будут расти при наличии ресурсов и изменять структуру ценоза. Разработка высоких технологий привела к структурным сдвигам в обрабатывающих отраслях.

1. Анализ промышленного ценоза Ростовской области показал, что 100 анализируемых предприятий распределены по 16 отраслям в соответствии с гиперболическим законом (рис. 4), имеющим форму:

$$W(i) = 53r_i^{-2,13}. \quad (11)$$

Распределение на рис. 4 близко к устойчивому, но отрасли обрабатывающих производств (ранги 2, 3) развиты недостаточно, требуется рост их доли в структуре промышленности. Рассматривая 100 предприятий 16 отраслей (1 – торговля, 2 – машиностроение, 3 – производство или распределение электроэнергии, газа, 4 – легкая, 5 – пищевая промышленность, 6 – химическая промышленность, 7 – склады, 8 – сельское хозяйство, 9 – развлечения, 10 – химическая промышленность, 11 – строительство, 12 – производство неметаллической продукции, 13 – добывающая промышленность, 14 – транспорт, 15 – ценные бумаги,

16 – нефтехимия), проведем энтропийный анализ. Максимальная энтропия распределения $N_{max} = \lg 100 = 2$ хартли, энтропия эмпирического распределения $N = - \sum p_j \cdot \lg p_j = 0,75$ хартли, т.е. знание распределения снижает неопределенность на:

$$\Delta N = N_{max} - N = 2 - 0,75 = 1,25 \text{ хартли}. \quad (12)$$

Относительная организация

$$R = 1 - N/N_{max} = 0,675, \quad (13)$$

т.е. система организована на 67,5%.

Выручка и прибыль предприятий распределены также по гиперболическим законам (рис. 5, 6), расчетные формулы имеют вид:

выручка

$$W(i) = 84,3/r^{0,34}, \quad (14)$$

прибыль

$$B(r) = 24,55/r^{1,87}. \quad (15)$$

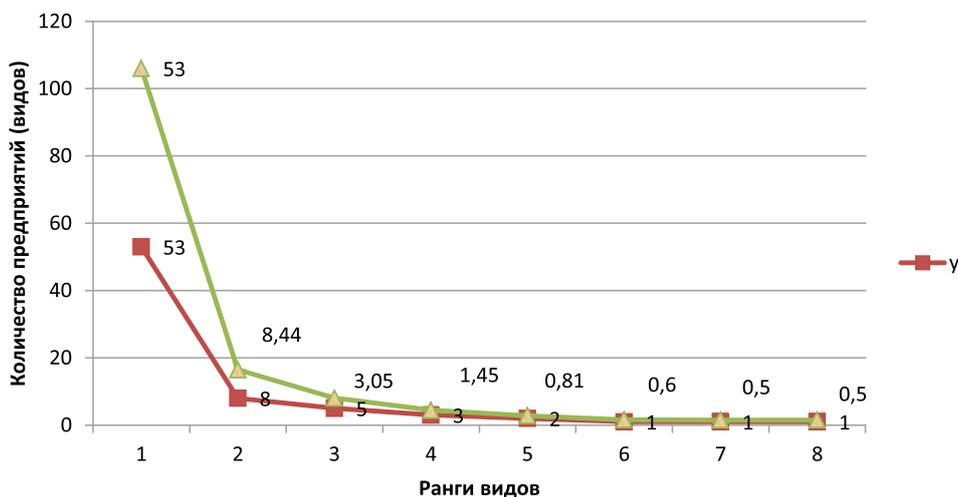


Рис. 4. Распределение видов предприятий



Рис. 5. Распределение выручки 10 предприятий одного вида



Рис. 6. Распределение выручки по 20 кастам



Рис. 7. Распределение научных ресурсов по структуре

При этом если взять распределение научных организаций по сферам исследований (1 – дистанционное зондирование, 2 – биотехнологии, 3 – экологический мониторинг, 4 – культура тканей, 5 – сегнетоэлектрика, 6 – новые технологии, 7 – строительные технологии, 8 – робототехника, 9 – ядерная энергетика, 10 – программное обеспечение, 11 – инновационные проекты, 12 – лазерные технологии, 13 – авиационная техника, 14 – нанотехнологии, 15 – морские исследования), то получим распределение вида рис. 7.

Эволюция как процесс естественного развития предприятия применима к рассматриваемым нами процессам. Эволюционные процессы протекают на основе передачи новых эффективных свойств новым поколениям. При анализе эволюционных процессов возникают три вопроса: 1) что является генетическим материалом

эволюции, 2) как этот материал передает изменения, 3) как переходят эффективные признаки новым поколениям. Организационным геном являются идеи, они материализуют новые конструкции, технологии, структуры. Идеи воплощаются в инновации, внедрение которых повышает конкурентоспособность и эффективность работы предприятия. Меняются идеи – меняются организации, более эффективные формы тиражируются, изменения воплощаются во многих предприятиях, это обеспечивает общий прогресс экономики и общества.

2. Распределения основных показателей лидирующих стран.

На основе последних таблиц агентства Bloomberg [15] о показателях инноваций (ИИ) 50 стран мира и показателей индекса человеческого развития (ИЧР) построены законы распределения ИИ (рис. 8) и ИЧР (рис. 9).

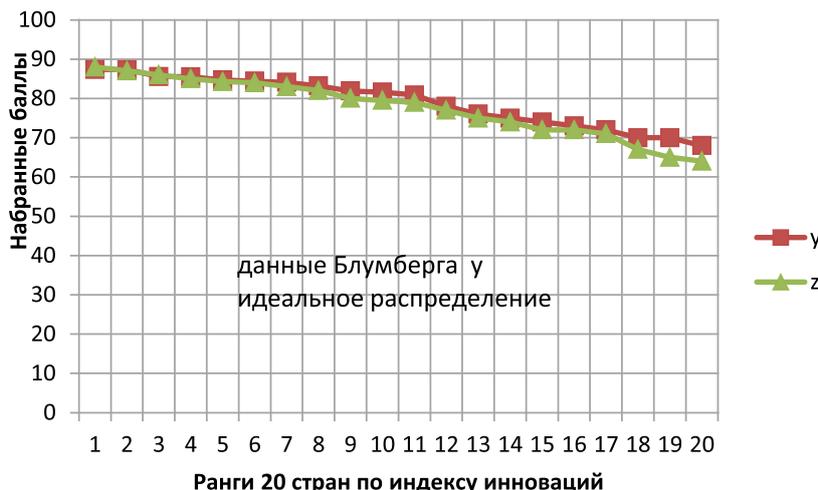


Рис. 8. Распределение индекса инноваций



Рис. 9. Распределение ИЧР 20 ведущих стран мира

Аппроксимация этих данных дает функцию $w(i) = 1,99/i^{0,015}$ и график рис. 8.

Сравнение графиков рис. 8 показывает, что в группе развитых стран индекс инноваций убывает медленно, имеет место большая энтропия индекса, после Норвегии выделяется группа с уменьшением индекса инноваций; Израиль и Швейцария в 2019 г. имеют индексы ниже идеального, что говорит о необходимости интенсивного внедрения инноваций.

Распределение стран по ИЧР носит также гиперболический характер (рис. 9):

$$W(i) = 0,892/i^{0,102} \quad (16)$$

и показывает, что выделенные группы стран имеют ИЧР, соответствующий уровню их экономического развития. Для его повышения необходим рост экономики.

Адаптация ценоза изменением структуры зависит от знаний об изменениях среды. Чем больше объем запомненных знаний

(чем больше негэнтропия системы), тем меньше информации о среде нужно системе для адаптации. Прирост структурной системы dE будет зависеть от запаса накопленных знаний ne и полученной новой информации об изменениях dI :

$$dE = dI/ne. \quad (17)$$

Полученные в процессе контакта со средой знания фиксируются в сложной системе в виде структурных изменений, появляются новые структуры s_i , возникающие с определенными вероятностями p_i .

Заключение

1. Ценологический подход рассматривает СЭС как множество взаимодействующих объектов, характеризующееся определенной структурой.

2. Основой структурных изменений является механизм самоорганизации и адап-

тации к изменениям среды при ограничении ресурсов.

3. Введены критерии самоорганизации ценозов.

4. Анализ 100 предприятий Ростовской области показал устойчивость структуры, но недостаточное развитие обрабатывающих производств с новыми технологиями.

5. Распределение инновационного индекса 50 стран носит близкий к гиперболе характер, выявляет инновационные кластеры и показывает высокую неопределенность структуры инноваций.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-010-00663/19).

Список литературы

1. Акофф Р.Л. Планирование будущего корпорации: монография / Пер. с англ. В.А. Бирюкова, М.М. Крейсберга. М.: Сирин, 2002. 256 с.
2. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: Владар, 2014. 310 с.
3. Кудрин Б.И. Введение в технетику: 2-е изд. перераб. и доп. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1993. 552 с.
4. Zipf J.K. Human behaviour and the principle of least effort. Cambridge (Mass.): Addison-Wesley Press, 1949. XI. 574 p.
5. Фуфаев В.В. Экономические ценозы организаций. М.-Абакан: Центр системных исследований, 2016. С. 3–38.
6. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов: монография. 3-е издан., перераб. и доп. Калининград: Изд-во КИЦ «Техноценоз», 2019. 908 с.
7. Кузьминов А.Н. Ценологический инструментарий управления региональной рыночной средой предприятий малого бизнеса. Ростов н/Д.: СКНЦВШ, 2017. 124 с.
8. Чефранов С.Г. Разработка концептуальных основ проектно-эволюционного подхода к управлению региональными экономическими системами // Экономический вестник РГУ. 2016. Т. 5. № 3 (2). С. 351–355.
9. Волкова В.Н. Основы теории систем и системного анализа / Под ред. Валуева С.А., Волковой В.Н. Л.: Политехника, 2011. 398 с.
10. Кучин Б.Л., Якушева Е.В. Управление развитием экономических систем: устойчивость, технический прогресс. М.: Экономика, 1990. 157 с.
11. Долятовский В.А., Долятовский Л.В. Эволюционный менеджмент и принципы самоорганизации. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016. 216 p.
12. Долятовский В.А. Механизмы эволюции экономических организаций // Системогенетика и учение о цикличности развития. Тольятти: Междун. Академия бизнеса и банк. дела, 1994. С. 56–61.
13. Долятовский В.А., Долятовский Л.В., Акперов И.Г., Гамалей Я.В. Эволюционный анализ и прогнозирование процесса развития // Системный анализ в проектировании и управлении. Труды междунар. научно-практ. конф. СПб.: СПбГТУ, 2011. С. 24–27.
14. Долятовский В.А., Долятовская Т.И. Динамическое моделирование логистических процессов // Теория и практика современного менеджмента. Ростов н/Д.: Изд. полигр. центр РГЭУ, 2020. С. 109–114.
15. 100 крупнейших компаний Ростовской области по объему выручки от продаж товаров, продукции, работ, услуг по итогам 2016 г. Ростов н/Д.: Росстат, 2017. 65 с.
16. Theworldonly.org. Рейтинг инновационных экономик 2019: Bloomberg Innovation Index 2019. 12 p. [Electronic resource]. URL: <https://theworldonly.org/rejting-innovatsionnyh-ekonomik-2019/> (date of access: 22.04.2020).