

**Гришин И.Ю., Тимиргалева Р.Р.**

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТРАСЛЕВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

### **АННОТАЦИЯ**

*Работа посвящена изложению нового подхода к формированию структуры управления системой предприятий отрасли. В качестве основы для этого применяются элементы методов искусственного интеллекта (нейросетевого подхода). Указанное обстоятельство позволяет синтезировать систему управления, которая является более гибкой, чем существующие. Полученная адаптивная система быстрее реагирует на изменения среды, в которой работают предприятия.*

### **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

*Управление, предприятие, отраслевая экономика, структуризация, качество управления, внешняя среда.*

**Grishin I.Yu., Timirgaleeva R.R.**

Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

## **THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS FOR FORMING INDUSTRY MANAGEMENT SYSTEMS**

### **ABSTRACT**

*The work is devoted to the presentation of a new approach to building enterprise systems management industry structure. As a basis for this artificial intelligence methods used (neural network approach). This fact allows the synthesis of management system that is more flexible than existing ones. The resulting adaptive system reacts more quickly to changes in the environment in which companies are working.*

### **KEYWORDS**

*Management, enterprise, industrial economy, structuring, management quality, external environment.*

### **Введение**

Рассматривая совокупность предприятий отрасли, как управляемую систему, которая реагирует на внешние воздействующие факторы, следует отметить недостаточную глубину исследований в этой сфере. Сбор информации, связанной с их функционированием, превращается в достаточно сложные процедуры. Тем более это касается компаний, работающих в одной отрасли, когда существует проблема жесткого контроля работы подведомственных структур со стороны органа управления. Таким образом возникает проблема целостного функционирования такого «организма».

Для организации управления развитием предприятий отрасли требуется высокая оперативность при принятии управленческих решений, поскольку параметры внутренней и внешней среды предприятия постоянно изменяются. Экономико-математические методы способны обеспечить заданную величину эффективности управления системой предприятий отрасли. Часть традиционных понятий теории управления должны быть уточнены на новой основе нейронной структуризации системы управления, которая позволяет применить системно-процессный подход управлению отдельным предприятием отрасли, а также и всей системой предприятий в рамках отрасли.

Для использования указанного подхода к управлению развитием предприятий отрасли необходима информация о текущем состоянии предприятия, причинах возникновения проблемных ситуаций, предполагающих быстрое вмешательство в процесс управления, а также информация о результатах реализации управленческих воздействий.

Анализ имеющихся к настоящему времени публикаций показал, что существует некоторый перечень работ, посвященных проблемам развития предприятий и психологических систем (сенсорных). Однако практически отсутствуют комплексные исследования, в которых разрабатывались бы вопросы системного объединения указанных проблем. В ходе изучения литературных источников интерес был вызван моделями В.Г. Абакумова, В.Н. Крылова, С.Г. Антошука [1], положениями ощущения внешней среды А. Адлера [2], К.Д. Зароченцева, А.И. Худякова [3], работы В. Кромера [4], методики распознавания, принятия решений и управления у Д.А. Тархова [5].

Следуя изложенным выше положениям, главной целью настоящей работы является представление предприятий отрасли как сенсорной системы, которая реагирует на изменения внешней среды, называемой рецепторным полем. В качестве основной гипотезы выдвигается то, что указанный подход позволит успешно осуществлять моделирование поведения системы предприятий отрасли, используя нейронную структуризацию.

### **Обобщенная модель**

Теория кибернетических систем управления базируется на одном из положений, которое утверждает, что первоисточником формирования управленческих сигналов (воздействий) является наличие отклонений фазовых координат системы от требуемого состояния [6, 7], соответствующего сформулированной цели управления. Такие отклонения от нормы возникают за счет имеющихся воздействий внешней и внутренней среды. При отсутствии отклонения отсутствует необходимость в формировании управляющих воздействий [8]. Следуя приведенным рассуждениям, система управленческих воздействий на предприятиях отрасли может быть представлена следующей моделью (рис.1).

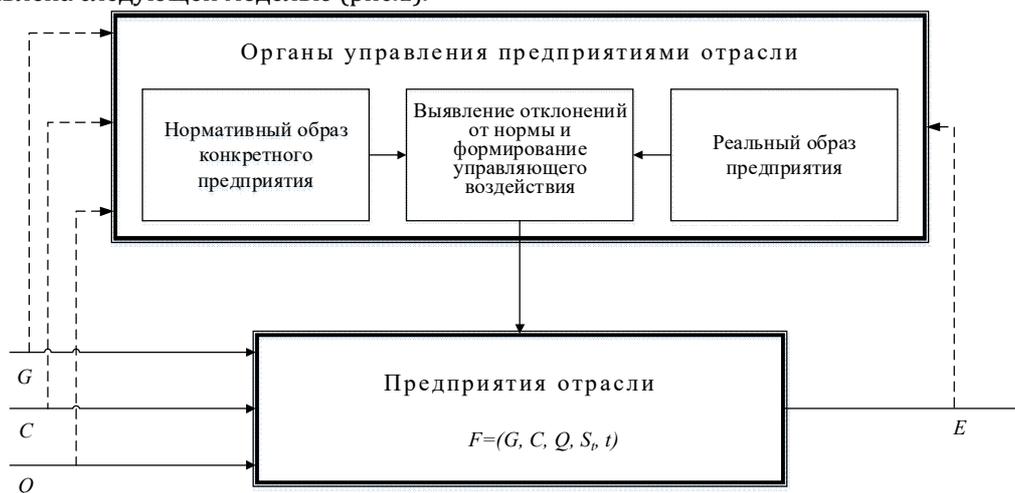


Рис.1. Обобщенная модель предприятий отрасли

На схеме показано влияние факторов внешней среды на различных уровнях: мега- ( $G$ ), макро- ( $C$ ) и мезо- ( $Q$ ), что соответствует межгосударственной, национальной и региональной среде. Управленческое воздействие ( $S_t$ ) на момент времени ( $t$ ) формируется на основе анализа отклонений параметров системы от нормы, к которой относятся не только нормативы функционирования предприятия отрасли, но и показатели тактического и стратегического планирования.

Состояние (внутреннее) системы ( $F$ ) обусловлено функцией от внешних воздействий и задает эффективность ( $E$ ). На основе анализа эффективности формируется управленческое воздействие:

$$F = \phi(G, C, Q, S_t, t)$$

$$E = \varepsilon(F) \Rightarrow opt;$$

$$S_t = \nu(E, G, C, Q).$$

Факторы внешней среды можно разделить на влияющие на состояние предприятий отрасли (значимые факторы), не влияющие на состояние (незначимые факторы) и такие, влиянием которых можно пренебречь (слабозначимые факторы). По отношению к предприятиям отрасли можно сказать, что каждое отдельное предприятие имеет свою сенсорную систему, которая воспринимает раздражители части внешней среды. По аналогии с живой природой, такую часть назовем рецепторным полем, а соответствующие структуры, воспринимающие внешние раздражители – рецепторами.

## Структура системы управления

Влияние различных факторов на управление отраслевыми предприятиями представим в виде нейронной схемы (рис.2). Раздражители, которые влияют на деятельность предприятий отрасли имеют набор свойств: тип и виды раздражителей, интенсивность влияния раздражителя, место влияния, продолжительность влияния. Существуют следующие типы раздражителей: экономические, политические, финансовые, хозяйственные, социальные, географические, экологические и другие.

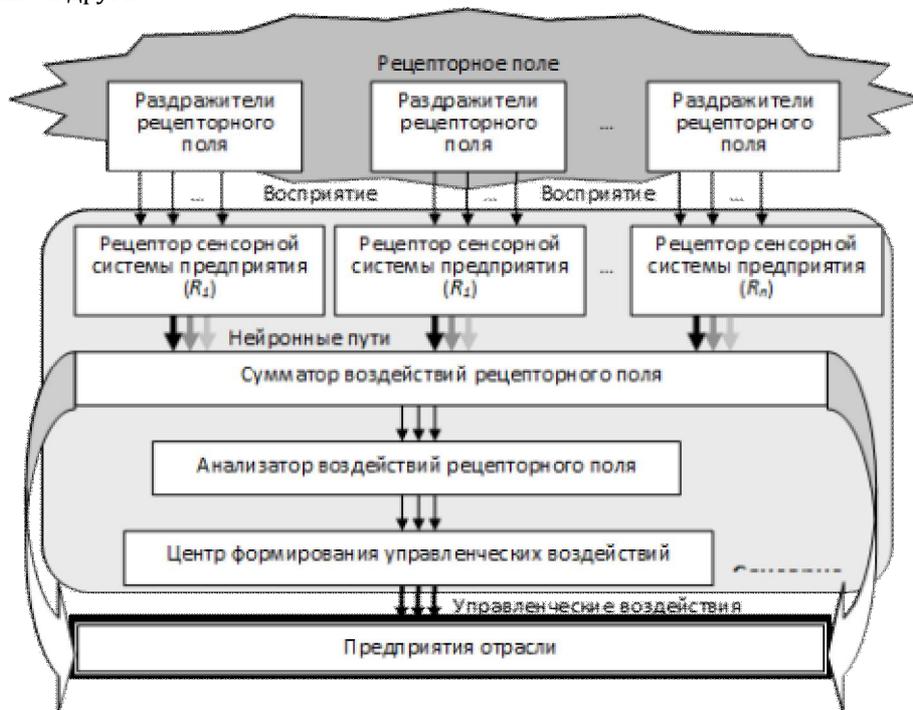


Рис. 2. Воздействия факторов на управление предприятиями отрасли

Виды раздражителей являются разновидностью типа раздражителя. Интенсивность влияния раздражителя характеризует силу действия на рецептор. Локализация характеризует часть объекта или процесс функционирования, на которые влияет данный раздражитель. Длительность отражает временные характеристики действия влияния и восприятия его сенсорной системой предприятия отрасли. Длительность воздействия следует рассматривать и в более широком понятии определения тенденций изменения интенсивности проявления раздражителя.

Определение типов и видов раздражителей, которые влияют на сенсорную систему предприятия отрасли, может быть осуществлено на основе экспертного опроса, который позволит выявить следующие факторы: интенсивности появления  $V = \phi(g_n, c_k, q_l, t)$  воздействия раздражителей  $g_n \in G$  ( $n=1, 2, \dots, N$ ),  $c_m \in C$  ( $m=1, 2, \dots, M$ ) и  $q_l \in Q$  ( $l=1, 2, \dots, L$ ) рецепторного поля в отдельные временные промежутки.

Для оценки степени изменчивости силы воздействия раздражителя весь промежуток времени  $[0, t_{max}]$  необходимо разбить на промежутки  $[t(\delta_u); t(\delta_{u+1})]$ , которые начинаются в моменты осуществления критических событий в заданном множестве  $Kr = \{kr_1, kr_2, \dots, kr_T\}$ . Для оценки уровня проявления раздражителя могут быть использованы следующие оценки: 0 (очень низкая интенсивность); 1 (низкая интенсивность); 2 (умеренная); 3 (высокая); 4 (очень высокая). Проанализировав полученные тенденции вариации интенсивностей действия раздражителя становится возможным оценить глобальную зависимость усиления или снижения величины их проявления. Возможно также оценить вариацию зависимостей предприятий отрасли от влияния внешней среды с различными уровнями такого влияния.

Также возможно оценить степень воздействия изменения характеристик работы составляющих на систему в целом. В более простом виде это можно представить коэффициентом влияния  $k^h_p$ , где  $h = \{g, c, q\}$ ,  $p = \{n, m, l\}$ :  $V = \phi(k^{g_n} \cdot g_n, k^{c_m} \cdot c_k, k^{q_l} \cdot q_l, t)$ .

Такие характеристики как адаптивность, лабильность, категоричность, интенсивность, селективность, чувствительность рецепторов системы, полнота, достоверность, устойчивость определяют уровень восприятия раздражителей рецепторами.

Экспертная оценка позволяет получить зависимость чувствительности рецепторов системы отраслевого предприятия к восприятию внешнего раздражителя  $P = \xi(g_n, c_k, q_l, t)$ .

Различные виды восприятия соответствуют разным частям рассматриваемой системы, при этом чувствительность тоже распределена по-разному. Должен быть определен минимальный порог чувствительности. Он не должен иметь большое значение для обеспечения адекватной реакции на изменения, а также не должен иметь малое значение для предотвращения возбуждения и нерегулируемой активности в рецепторах, что соответствует неустойчивому состоянию системы восприятия, которое с большой вероятностью переводит систему в состояние самовозбуждения.

Избирательность (селективность) рецепторов системы предприятия отрасли означает, что различные раздражители делятся по степени важности влияния. Указанный показатель может быть описан в виде коэффициента весомости влияния ( $v_p^h$  де  $h = \{g, c, q\}$ ,  $p = \{n, m, l\}$ ) для рассматриваемой сенсорной системы:  $P = \xi(v_n^g \cdot g_n, v_k^c \cdot c_k, v_l^q \cdot q_l, t)$ .

Минимальный порог чувствительности может быть представлен (как характеристика селективности) как раздражители, для которых

$$\begin{cases} v_p^h = 0, & \text{если } v_p^h \leq v_{кр}; \\ v_p^h \neq 0, & \text{в ином случае.} \end{cases}$$

Здесь  $v_{кр}$  – критический уровень важности.

Приспосабливаемость рецепторов системы отдельного предприятия отрасли к вариациям рецепторного поля приводит к сокращению времени приема (учета) новых типов раздражителей, которые нужны для формирования управленческого воздействия на систему, что позволяет сформировать адаптивную отраслевую систему:

$$\forall \{v_n^g \cdot g'_n, v_k^c \cdot c'_k, v_l^q \cdot q'_l\} \in \Theta \mid_{v_n^g, v_k^c, v_l^q \geq v_{нн}} \exists P' = \xi(v_n^g \cdot g'_n, v_k^c \cdot c'_k, v_l^q \cdot q'_l, t),$$

Здесь  $\Theta$  – множество вновь появившихся типов раздражителей;

$v_n^g \cdot g'_n, v_k^c \cdot c'_k, v_l^q \cdot q'_l$  – вновь появившиеся типы раздражителей различных уровней с соответствующими показателями селективности;

$P'$  – чувствительность к вновь появившимся типам раздражителей.

Полнота восприятия выражается как реакция на соответствующие раздражители, величина которых больше минимального уровня чувствительности, а также восприятием всех необходимых составляющих такого раздражителя

$$\forall (g_n, c_k, q_l) \mid_{v_n^g, v_k^c, v_l^q \geq v_{нн}} \exists P = x(v_n^g \times g_n, v_k^c \times c_k, v_l^q \times q_l, t) \mid$$

$$P = x(v_n^g \times g_n, v_k^c \times c_k, v_l^q \times q_l, t) \equiv P^{max} =$$

$$= x(v_n^g \times g_n^{max}, v_k^c \times c_k^{max}, v_l^q \times q_l^{max}, t).$$

Здесь  $P^{max}$  – функция чувствительности к раздражителям при максимально возможном восприятии структуры раздражителя.

Достоверность означает, что выделенные рецепторами раздражители воспринимаются естественно и не искажаются самим процессом восприятия

$$\forall (g_n, c_k, q_l) \mid_{v_n^g, v_k^c, v_l^q \geq v_{нн}} \exists P = x(v_n^g \times g_n^x, v_k^c \times c_k^x, v_l^q \times q_l^x, t) \mid$$

$$(g_n^x \equiv g_n, c_k^x \equiv c_k, q_l^x \equiv q_l),$$

где  $g_n^x, c_k^x, q_l^x$  – образ каждого из раздражителей, воспринимаемых рецепторами.

Независимость от времени и наличия помех восприятия характеризуется устойчивостью

$$\forall (P = x(v_n^g \times g_n, v_k^c \times c_k, v_l^q \times q_l, t), P^{\Delta t} =$$

$$= x(v_n^g \times g_n^{\Delta t}, v_k^c \times c_k^{\Delta t}, v_l^q \times q_l^{\Delta t}, t + \Delta t)) \mid_{v_n^g \times g_n = v_n^g \times g_n^{\Delta t}, v_k^c \times c_k = v_k^c \times c_k^{\Delta t}, v_l^q = v_l^q \times q_l^{\Delta t}} P \equiv P^{\Delta t}$$

Здесь  $c_k^{\Delta t}, q_l^{\Delta t}, g_n^{\Delta t}$  – восприятие раздражителей при изменении времени на  $\Delta t$  от  $t$ .

Функциональная подвижность (лабильность восприятия) означает, что возможны изменения основных параметров восприятия рецепторного поля и реакции на них:

$$\forall (g_n, c_k, q_l) \Big|_{v_n^g, v_k^c, v_l^q \geq v_{nn}} \exists ((P^s = \xi(v_n^g \times g_n^s, v_k^c \times c_k^s, v_l^q \times q_l^s, t)) \neq P = \xi(v_n^g \times g_n^s, v_k^c \times c_k^s, v_l^q \times q_l^s, t)) \Big| (g_n^s \neq g_n^s, c_k^s \neq c_k^s, q_l^s \neq q_l^s),$$

где  $g_n^s, c_k^s, q_l^s$  – образ соответствующих раздражителей в восприятии рецепторами при изменениях управления  $s$ ;

$P^s$  – чувствительность к раздражителям при изменении управления.

Свойство категоричности характеризует уверенность в адекватном восприятии раздражителя и невозможности неоднозначной трактовки

$$\exists (g_n, c_k, q_l) \Big|_{v_n^g, v_k^c, v_l^q \geq v_{nn}} \exists (g_n^s \equiv g_n, c_k^s \equiv c_k, q_l^s \equiv q_l) \cup \cup \neg \exists (g_n^s \equiv g_n, c_k^s \equiv c_k, q_l^s \equiv q_l),$$

где  $g_n^s, c_k^s, q_l^s$  – образ неоднозначной трактовки раздражителя.

Интенсивность (сила) восприятия зависит от уровня раздражителя и чувствительности рецепторов. Применим законы Вебера-Фехнера и Стивенса для нахождения функциональной зависимости интенсивности раздражителя от чувствительности рецепторов.

В соответствии с законом Вебера-Фехнера [7] интенсивность ощущения  $h_p$  пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя  $h$ :

$$h_p = k \cdot \log \frac{v^h}{v_{кр}}$$

где  $k$  – известная постоянная системы.

Когда  $v^h < v_{кр}$  раздражитель не ощущается. Такая зависимость была получена из закона Бугера-Вебера и допущения о субъективном равенстве малозаметных отличий в ощущениях. Опытные исследования подтверждают такую зависимость в средней части диапазона значений раздражителя.

Известно [7], что закону Вебера-Фехнера обычно противопоставляется закон Стивенса, на основании которого данная зависимость носит степенной характер:

$$h_p = k \cdot (v_p^h)^n,$$

где  $h_p$  – субъективная величина ощущения;

$k$  – константа;

$v_p^h$  – интенсивность  $p$ -го раздражителя  $h$ -го типа;

$n$  – показатель степени функции, который различен для ощущений разных модальностей и устанавливается обычно экспертным или опытным путем.

Оба рассмотренных закона дают близкие значения, поэтому будем использовать закон Вебера-Фехнера, который больше распространен на практике.

Примем оценки чувствительности 0, 1, 2, 3, 4 (очень низкая, низкая, умеренная, высокая, очень высокая).

В основе оценки влияния внешней среды на состояние предприятий отрасли лежит степень восприятия рецепторами раздражителей рецепторного поля, которую можно выразить соотношением

$$\Omega(V, P, t) = \frac{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L \varphi(k_n^g g_n, k_m^c c_m, k_l^q q_l, t) \cdot \xi \left( k_s \cdot \log \frac{v_n^g}{v_{кр}} g_n, k_s \cdot \log \frac{v_m^c}{v_{кр}} c_m, k_s \cdot \log \frac{v_l^q}{v_{кр}} q_l, t \right)}{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L \varphi(k_n^g g_n, k_m^c c_m, k_l^q q_l, t) \cdot \left| \xi \left( k_s \cdot \log \frac{v_n^g}{v_{кр}} v_n^g g_n, k_s \cdot \log \frac{v_m^c}{v_{кр}} c_m, k_s \cdot \log \frac{v_l^q}{v_{кр}} q_l, t \right) \right|},$$

$$\begin{cases} \Omega = 1, \text{ если все действия оказывают положительное влияние;} \\ \Omega = -1, \text{ если все действия оказывают отрицательное влияние;} \\ -1 \leq \Omega \leq 1, \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

## **Заключение**

Для оптимизации хозяйственной, финансовой, управленческой деятельности предприятий отрасли народного хозяйства необходимо на основе предложенного в работе подхода сократить

затраты имеющихся ресурсов отраслевых предприятий за счет адаптивного реагирования системы управления на любые изменения внешней (прежде всего) и внутренней среды предприятия, более гибко учитывать рыночную ситуацию в отрасли.

В ходе развития предложенных методов и подходов целесообразно конкретизировать вид используемых в рассмотренных выражениях функций, провести анализ и структуризацию системы управления конкретной отраслью народного хозяйства, а также получить наглядные результаты, характеризующие реализуемость и эффективность предложенных в работе подходов к синтезу системы управления.

## Литература

1. Абакумов В.Г. Обнаружение и распознавание признаков объектов с помощью сферической модели зрительного анализатора / В.Г. Абакумов, В.Н. Крылов, С.Г. Антошук // Электроника и связь. – 2000. – № 8. – Т. 2. – С. 211-212.
2. The Practice and Theory of Individual Psychology / by Alfred Adler. – New-York: Routledge, 2014.
3. Зароченцев К.Д. Экспериментальная психология / К.Д. Зароченцев, А.И. Худяков. – М.: Изд-во «Проспект», 2005.
4. Kromer V. A Usage Measure Based on Psychophysical Relations / V. Kromer // Journal of Quantitative Linguistics. – 2003. – Vol. 10. – № 2. – PP. 177–186.
5. Тархов Д.А. Нейросетевые модели и алгоритмы. Справочник. – М.: Радиотехника, 2014.
6. Гришин И.Ю. Актуальные проблемы оптимизации управления в технических и экономических системах: Монография. – Ялта: РИО КГУ, 2010.
7. Тимиргалеева Р.Р. Моделирование и структуризация системы управления предприятиями курортно-рекреационной сферы на основе элементов теории нейронных сетей: основы методологии / Р.Р. Тимиргалеева, И.Ю. Гришин // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2015. № 3. С. 217-220.
8. Гришин И.Ю. Управление предприятиями туристско-рекреационной сферы на основе внутреннего маркетинга / И.Ю. Гришин, Р.Р. Тимиргалеева, М.А. Шостак. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2015.
9. Лурья А.Р. Основы нейропсихологии / А.Р.Лурья. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.

## References

1. Abakumov V.G. Obnaruzhenie i raspoznvanie priznakov ob"ektov s pomoshch'yu sfericheskoy modeli zritel'nogo analizatora / V.G. Abakumov, V.N. Krylov, S.G. Antoshchuk // Elektronika i svyaz'. – 2000. – № 8. – Т. 2. – С. 211-212. Adler A. Practice and Theory of Individual Psychology / A. Adler. – М.: Fond «Za ekonomicheskuyu gramotnost'», 1995.
2. The Practice and Theory of Individual Psychology / by Alfred Adler. – New-York: Routledge, 2014.
3. Zarochentsev K.D. Eksperimental'naya psikhologiya / K.D. Zarochentsev, A.I. Khudyakov. – М.: Izd-vo «Prospekt», 2005. Barskij A.B. Neural networks: recognition, control, decision-making. – М.: Finansy I Statistika, 2004.
4. Kromer V. A Usage Measure Based on Psychophysical Relations / V. Kromer // Journal of Quantitative Linguistics. – 2003. – Vol. 10. – № 2. – PP. 177–186.
5. Tarkhov D.A. Neyrosetevye modeli i algoritmy. Spravochnik. – М.: Radiotekhnika, 2014.
6. Grishin I.Yu. Aktual'nye problemy optimizatsii upravleniya v tekhnicheskikh i ekonomicheskikh sistemakh: Monografiya. – Yalta: RIO KGU, 2010.
7. Timirgaleeva R.R. Modelirovanie i strukturizatsiya sistemy upravleniya predpriyatiyami kurortno-rekreatsionnoy sfery na osnove elementov teorii neyronnykh setey: osnovy metodologii / R.R. Timirgaleeva, I.Yu. Grishin // Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO. 2015. № 3. С. 217-220.
8. Grishin I.Yu. Upravlenie predpriyatiyami turistsko-rekreatsionnoy sfery na osnove vnutrennego marketinga / I.Yu. Grishin, R.R. Timirgaleeva., M.A. Shostak. – Simferopol': IT «Ariyal», 2015.
9. Luriya A.R. Osnovy neyropsikhologii / A.R.Luriya. – М.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2013.

Поступила 21.10.2016

### Об авторах:

**Гришин Игорь Юрьевич**, профессор кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности Кубанского государственного технологического университета, доктор технических наук, профессор, igugri@gmail.com;

**Тимиргалеева Рена Ринатовна**, профессор кафедры производственного менеджмента и экономики отраслей народного хозяйства Кубанского государственного технологического университета, доктор экономических наук, профессор, renatimir@gmail.com.