

Анализ состояния промышленно-развитых территорий с точки зрения обращения отходов на основе положений теории конвергентного управления

В.Е. Гвоздев, О.И. Христодуло, О.Я. Бежаева, Д.В. Блинова

Аннотация—В статье обсуждаются вопросы информационной поддержки разработки эффективной стратегии управления твердыми коммунальными отходами на основе когнитивного моделирования, геоинформационных технологий, положений теории конвергентного управления. Предлагаемые подходы могут служить основой разработки компонентов системы информационной поддержки выработки консолидированных управленческих решений на основе положений теории конвергентного управления с учетом интересов различных заинтересованных сторон: представителей органов государственной власти; бизнеса; научного сообщества; общественных организаций. Предложено использование аппарата когнитивных карт для описания выделенной проблемной ситуации. Показано формирование комплексного показателя состояния системы управления твердыми коммунальными отходами на рассматриваемой территории с точки зрения выделенных целевых групп. Предложено применение задачи районирования для анализа состояния исследуемой территориальной системы и отображение результатов с помощью геоинформационного моделирования.

В качестве примера использования предлагаемых подходов выделены целевые группы пользователей по управлению твердыми коммунальными отходами на территории Республики Башкортостан и на основе классификации территории республики по комплексу существенных факторов для выделенных субъектов управления проанализировано состояние региона с точки зрения негативного влияния отходов на окружающую среду.

Ключевые слова—Когнитивная модель, целевые группы, значимые факторы, проблемная ситуация, промышленно-развитые территории, геоинформационное моделирование, структурный анализ, информационная поддержка

Статья получена 31 августа 2020.

Работа поддержана грантом РФФИ № 18-08-00885 «Методологические основы многокритериального управления процессом выбора местоположения промышленных предприятий по переработке отходов на основе положений эвергетики»

В. Е. Гвоздев, Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, Уфа, Россия (e-mail: wega55@mail.ru)

О. И. Христодуло, Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, Уфа, Россия (e-mail: o-hristodulo@mail.ru)

О. Я. Бежаева, Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, Уфа, Россия (e-mail: obezhaeva@gmail.com)

Д. В. Блинова, Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, Уфа, Россия (e-mail: blinova.darya@gmail.com)

I. ВВЕДЕНИЕ

С середины 20 века урбанизация приобретает стремительный характер, это в свою очередь влечет: развитие городов, повышение уровня жизни населения и повышение экономической активности человека, все вместе это создает одну из актуальных проблем нашего времени – проблему негативного воздействия отходов на окружающую среду и здоровье населения. Сегодня переработка твердых коммунальных отходов (ТКО) является одной из самых острых проблем экологии. С каждым годом человек потребляет все больше продуктов, увеличиваются темпы производства, соответственно, растет общее количество отходов. Весь мусор свозится на полигоны, где он успешно копится и заполняет все большую территорию. Сегодняшние реалии с массой нерешенных вопросов по переработке и утилизации мусора своими корнями уходят в 1990-е. Именно тогда прекратилось повторное использование макулатуры и сбор вторсырья. Практически одновременно с этим сформировалась новая культура потребления, при которой количество мусора резко увеличилось. Все это совпало с наступлением эпохи пластика. Всего за несколько лет стремительно изменилась не только страна, но и состав бытовых отходов, в которых все чаще стали встречаться разовая пластмассовая посуда, пластиковые бутылки и упаковка. До сортировки и утилизации мусора у государства и тем более у нового российского общества руки не доходили. Утилизация отходов в основном осуществлялась с помощью вывоза мусора на большие свалки – полигоны, размеры которых с каждым днем только увеличиваются. В России совсем недавно никто не собирался заниматься проблемой утилизации и переработки отходов, к счастью ситуация начинает постепенно меняться. Стоит учесть, что к решению данной проблемы стоит подходить на основе положений теории конвергентного управления [1-4] с учетом интересов различных заинтересованных сторон: представителей органов государственной власти; бизнеса; научного сообщества; общественных организаций. Объектом исследования выступает комплексная безопасность территориальных систем, обусловленная негативным влиянием ТКО.

II. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ОСНОВА УРЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ

До недавнего времени в регионах проблема утилизации и переработки отходов практически не обсуждалась, но постепенно ситуация начинает меняться. Опыт различных стран подтверждает возможность создания эффективной системы обращения ТКО. На сегодняшний день проблемная ситуация с твердыми бытовыми отходами очевидна для всех регионов России, в том числе и для Республики Башкортостан, где ежегодно вывозится на захоронение более 1 млн. тонн отходов (более 97% от общего объема), а общее количество уже образованных на 2016 год отходов составляет порядка 24 млн тонн [5-8].

Под проблемной ситуацией в данной работе понимается слабоструктурированная ситуация с нечеткими целями [9, 10].

Для описания данной проблемной ситуации хорошо подходит аппарат когнитивных карт, так как когнитивные карты различного типа являются основным инструментом для исследования слабоструктурированных ситуаций [11-13]. Место когнитивной модели в урегулировании проблемной ситуации показано на Рис. 1.



Рис. 1. Место когнитивной модели в урегулировании проблемной ситуации

Построение когнитивной модели относится к классу обратных задач:

$$S + R = A^{-1}Ц \quad (1)$$

$$\langle KM = A^{-1}Ц \rangle, \quad (2)$$

где $S + R$ – структура факторов (когнитивная модель);
 $Ц$ – нечеткая цель;

A^{-1} – обратный оператор преобразования нечеткой цели в когнитивную модель.

На основе когнитивной модели рассматриваются различные сценарии и стратегии урегулирования проблемной ситуации. Данный вопрос подробно рассматривается в работах [14, 15]. Состав факторов

когнитивной модели и отношения между концептами отражает восприятие проблемной ситуации различными целевыми группами. Одной из фокус-групп выступают ученые и в моделях учитываются их мотивационные аспекты.

III. ЦЕЛЕВЫЕ ГРУППЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

В начале разработки какого-либо проекта первоочередное – это выделить целевые группы, которые будут задействованы в процессе принятия решения, проанализировать и выявить их цели, интересы для того, чтобы определить границы удовлетворения потребностей, оценить возможные последствия от этого, поскольку при принятии решения необходимо учитывать мнение каждой стороны, участвующей в обсуждении. Единогласное решение, которое удовлетворит все заинтересованные стороны, является отдельной сложной задачей, для этого требуется рассмотреть факторы сложности принятия консолидированных решений по управлению ТКО.

Фактором сложности принятия консолидированных решений по управлению твердыми коммунальными отходами является различие интересов различных целевых групп:

- государственных структур, вырабатывающих комплексы правовых норм по урегулированию ситуации в сфере обращения с отходами;
- бизнеса, старающегося получить максимальную прибыль от деятельности, связанной с обращением ТКО;
- населения, заботящегося о безопасной и комфортной среде обитания;
- ученых, разрабатывающих новые подходы к управлению безопасностью территориальных систем;
- общественных деятелей, влияющих на мнение населения об эффективности системы управления обращением ТКО.



Рис. 2. Субъекты управления обращением ТКО

Решения по управлению ТКО необходимо принимать

консолидировано – совместно со всеми заинтересованными лицами, рассматривая различные альтернативные стратегии управления ТКО.

IV. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНТЕРЕСОВ РАЗЛИЧНЫХ ЦЕЛЕВЫХ ГРУПП СУБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Основу оценки состояния системы управления отходами составляет территориальный анализ симптомов, косвенно характеризующих состояние системы управления отходами.

Решение задачи выражается в классификации территорий по значениям характеристик состояния [16, 17]. Районирование территории республики выполняется по комплексному показателю состояния территории с учетом значимых факторов для различных целевых групп.

Формальная схема свертки многомерных данных включает в себя следующие шаги:

- 1) Формирование комплексного показателя состояния для каждой из целевых групп (в совокупности с методом «идеальной точки»), рассчитывается по формуле:

$$d = \sqrt{\sum_i \sum_k (P_i^k - P_i^{opt})^2}, \quad (3)$$

где P_i^k – значение i-го показателя состояния на k-ом участке территории;

P_i^{opt} – оптимальное значение, достигнутое в объекте управления (территориальной системе).

- 2) Выполнение процедуры районирования.

Существенные факторы для целевой группы «Государственные структуры» и распределение муниципальных образований по совокупности признаков для данной целевой группы показаны на Рис.3 и Рис.4 соответственно.



Рис. 3. Существенные факторы для целевой группы «Государственные структуры»

Существенные факторы для целевой группы «Бизнес» и распределение муниципальных образований по совокупности признаков для данной целевой группы показаны на Рис.6 и Рис.5 соответственно.

Распределение муниципальных образований по совокупности признаков для целевой группы "Государственные структуры"

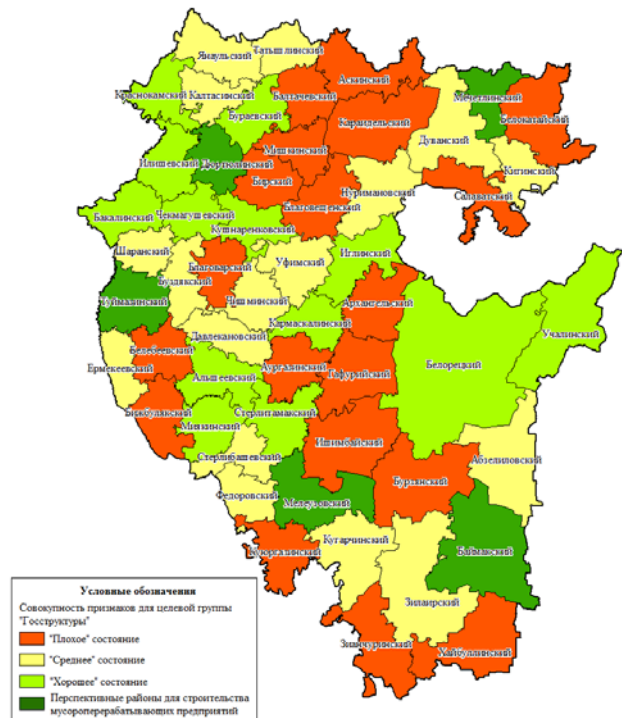


Рис. 4. Распределение муниципальных образований по совокупности признаков для целевой группы «Государственные структуры»

Распределение муниципальных образований по совокупности признаков для целевой группы "Бизнес"

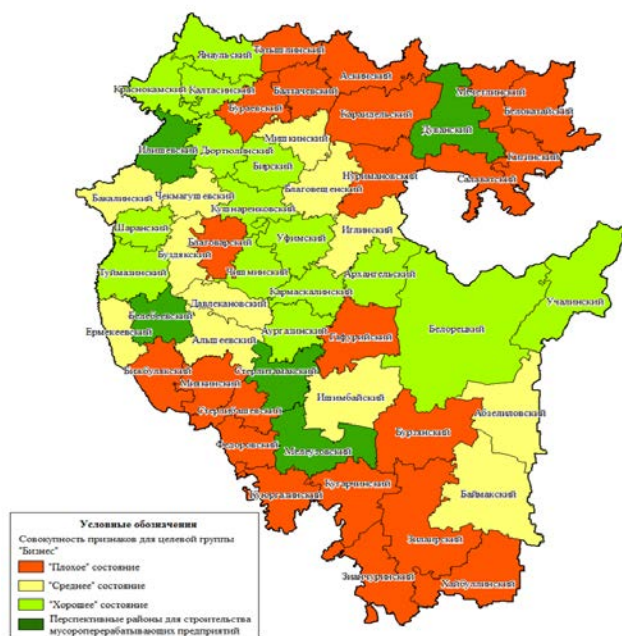


Рис. 5. Распределение муниципальных образований по совокупности признаков для целевой группы «Бизнес»



Рис. 6. Существенные факторы для целевой группы «Бизнес»

Существенные факторы для целевой группы «Население» и распределение муниципальных образований по совокупности признаков для данной целевой группы показаны на Рис.7 и 8 соответственно.



Рис. 7. Существенные факторы для целевой группы «Население»

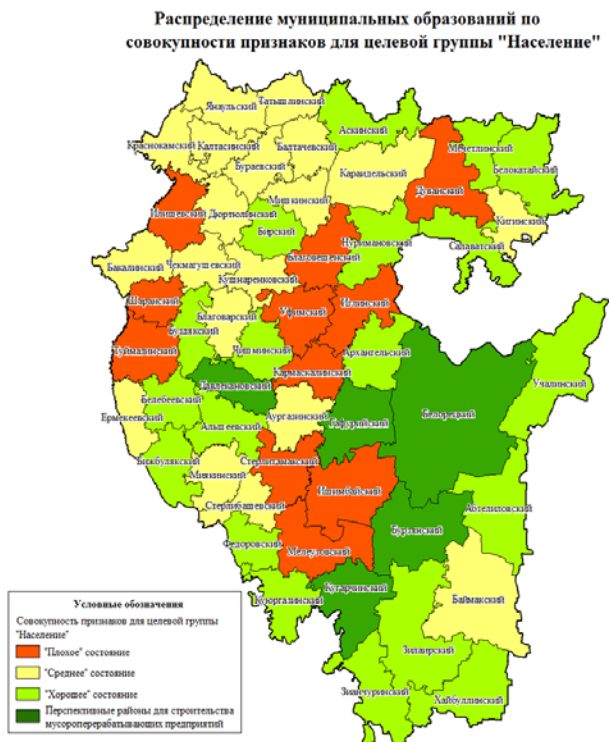


Рис. 8. Распределение муниципальных образований по совокупности признаков для целевой группы «Население»

Полученные результаты районирования территории Республики Башкортостан по совокупности признаков, характеризуют состояние территориальной системы с точки зрения негативного влияния отходов на окружающую среду.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сегодня в России в целом и в Республике Башкортостан, в частности, наблюдается значительный рост твердых бытовых отходов, что, в первую очередь, связано с высокими темпами социально-экономического развития общества.

Глобальная цель системы управления обращением с отходами – обеспечение безопасной среды обитания населения Республики Башкортостан и экономически сбалансированной деятельности в области обращения ТКО.

Создание эффективной системы обращения ТКО относится к числу приоритетных социально-экономических проблем регионов Российской Федерации.

В статье выражено понимание проблемной ситуации. Основными результатами исследования являются:

- концептуальная основа урегулирования проблемной ситуации.
- определение целевых групп и существенных факторов для различных целевых групп.
- результаты анализа состояния территории Республики Башкортостан с точки зрения интересов различных целевых групп субъектов управления на основе ГИС моделирования.

Предлагаемые подходы могут служить основой разработки компонентов системы информационной поддержки выработки решений на основе положений теории интерсубъективного и конвергентного управления с учетом интересов различных заинтересованных сторон: представителей органов государственной власти; бизнеса; научного сообщества; общественных организаций.

Целью информационной поддержки управления твердыми коммунальными отходами на основе моделирования является снижение неопределенности проблемной ситуации и принятие консолидированного решения, учитывая интересы населения, государственных структур, бизнеса и специалистов по управлению безопасностью территориальными системами.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] V.E. Gvozdev, O.I. Khristodulo, D.V. Blinova. (2016, May). Information support of technogenic safety management on the basis of mathematical modeling and GIS technologies. *Proc. of 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016*. [Online]. pp. 1–4. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7911646>
- [2] O.I. Khristodulo, V.E. Gvozdev, Z. Davletbakova. (2016, May). Spatial information processing for decision-making support of siting of technogenic hazards using computer technologies. *Proc. of 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016*. [Online]. pp. 1–5. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7911644>

- [3] О.П. Кузнецов, А.А. Кулинич, А.В. Марковский, *Человеческий фактор в управлении*. М.: КомКнига, 2006.
- [4] Г. Хакен, *Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействиях*. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.
- [5] *Совершенствование системы управления твердыми бытовыми отходами в Республике Башкортостан на 2011-2020 годы*, Республиканская целевая программа, утвержденная постановлением Правительства Республики Башкортостан от 18.11.2011 №412, Уфа, 2011.
- [6] *Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами в Республике Башкортостан*, Республиканская целевая программа, утвержденная постановлением Правительства Республики Башкортостан от 03.11.2016 №480, Уфа, 2016.
- [7] “Об экологической ситуации на территории Республики Башкортостан в 2014 году”, гос. докл., М-во природопользования и экологии Республики Башкортостан, Уфа, 2015.
- [8] “Об осуществлении регионального государственного экологического надзора на территории Республики Башкортостан в 2014 году”, гос. докл., М-во природопользования и экологии Республики Башкортостан, Уфа, 2015.
- [9] В.А. Виттих, *Неоднородный актор и повседневность как ключевое понятие эвергетики: препринт*. Самара: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук, 2014.
- [10] В.А. Виттих, “Проблемы эвергетики” *Проблемы управления*, № 4, С. 69-71, 2014
- [11] С.Е. Pelaez, J.B. Bowles, “Using fuzzy cognitive maps as a system model for failure modes and effects analysis”, *Information Sciences*, Vol. 88, Issues 1-4, pp. 177-199, January 1996.
- [12] Ritu Soni, Ashpinder Preet. (2013, August -September). Cognitive Approach to Root Cause Analysis for Improving Quality of life: A case study for IT Industry. *International journal of informative and futuristic research* [Online]. Vol. 1, Issue 1.
- [13] А.В. Марковский, *Использование методов структурного анализа при подготовке когнитивных карт*, М.: ИПУ РАН, 2009. С. 41-46.
- [14] V.E. Gvozdev, O.Ya. Bezhaeva, A.E. Hamidullina, “The Information Strategy Developing for Municipal Solid Waste Management Based on Cognitive Modelling”, in *Proc.VIth International Workshop 'Critical Infrastructures: Contingency Management, Intelligent, Agent-Based, Cloud Computing and Cyber Security' (IWCI 2019)*, Irkutsk, Russia, 2019, pp. 62–67. Available: <https://www.atlantispress.com/proceedings/iwci-19/125917303>
- [15] В.Е. Гвоздев, О.И. Христодуло, О.Я. Бежаева, А.Е. Хамидуллина “Информационная поддержка управления твердыми бытовыми коммунальными отходами промышленно-развитых территорий на основе когнитивного моделирования”, *Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XXI Международной конференции*, 2019, С. 403–408.
- [16] В.Е. Гвоздев, Д.В. Семененко, “Информационная поддержка анализа состояния территориальных систем по разнотипным признакам” *Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета*, Т. 12. № 1. С. 9-16, 2009
- [17] В.Е. Гвоздев, М.Б. Гузаиров, Б.Г. Ильясов, А.Е. Колоденкова. *Статистическое исследование территориальных систем* [монография] М: Машиностроение, 2008

Analysis of the state of industrialized territories from the waste management point of view based on the provisions of the convergent management theory

V.E. Gvozdev, O.I. Khristodulo, O.Ya. Bezhaeva, D.V. Blinova

Abstract—The article discusses the issues of information support for the development of effective management strategy of municipal solid waste based on cognitive modeling, the provisions of convergent management and GIS.

The proposed approaches can be used as basis for developing the components of the information systems for decision making support with using the provisions of the theory of convergent management, taking into account the interests of various parties: representatives of public authorities; business; scientific community; public organizations.

The use of the apparatus of cognitive maps for describing the highlighted problem situation is proposed. The formation of a complex indicator of the municipal solid waste management system condition in the territory under consideration from the point of view of the identified target groups is shown. The application of the zoning task for analyzing the state of the investigated territorial system and displaying the results using GIS-modeling is proposed.

As an example of using the proposed approaches, target groups of users for the management of municipal solid waste in the territory of the Republic of Bashkortostan were identified and the condition of the region from the point of view of the negative impact of waste on the environment was analyzed based on the classification of the territory of the republic by a set of significant factors for the selected management entities.

Keywords —Cognitive model, target groups, significant factors, problem situation, industrialized territories, GIS, structural analysis, information support, classification

REFERENCES

- [1] V.E. Gvozdev, O.I. Khristodulo, D.V. Blinova. (2016, May). Information support of technogenic safety management on the basis of mathematical modeling and GIS technologies. Proc. of 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016. [Online]. pp. 1–4. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7911646>
- [2] O.I. Khristodulo, V.E. Gvozdev, Z. Davletbakova. (2016, May). Spatial information processing for decision-making support of siting of technogenic hazards using computer technologies. Proc. of 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016. [Online]. pp. 1–5. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7911644>
- [3] O.P. Kuznecov, A.A. Kulinich, A.V. Markovskij, Chelovecheskij faktor v upravlenii. M.: KomKniga, 2006.
- [4] G. Haken, Tajny prirody. Sinergetika: uchenie o vzaimodejstvii. Moskva-Izhevsk: Institut komp'juternyh issledovanij, 2003.
- [5] Sovershenstvovanie sistemy upravlenija tverdymi bytovymi othodami v Respublike Bashkortostan na 2011-2020 gody, Respublikanskaja celevaja programma, utverzhdannaja postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Bashkortostan ot 18.11.2011 #412, Ufa, 2011.
- [6] Territorial'naja shema obrashhenija s othodami, v tom chisle s tverdymi kommunal'nymi othodami v Respublike Bashkortostan, Respublikanskaja celevaja programma, utverzhdannaja postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Bashkortostan ot 03.11.2016 #480, Ufa, 2016.
- [7] “Ob jekologicheskoj situacii na territorii Respubliki Bashkortostan v 2014 godu”, gos. dokl., M-vo prirodopol'zovanija i jekologii Respubliki Bashkortostan, Ufa, 2015.
- [8] “Ob osushhestvlenii regional'nogo gosudarstvennogo jekologicheskogo nadzora na territorii Respubliki Bashkortostan v 2014 godu”, gos. dokl., M-vo prirodopol'zovanija i jekologii Respubliki Bashkortostan, Ufa, 2015.
- [9] V.A. Vittih, Neodnorodnyj aktor i povsednevnost' kak kljuchevoe ponjatie jevergetiki: preprint. Samara: Federal'noe gosudarstvennoe bjuzhethnoe uchrezhdenie nauki Institut problem upravlenija slozhnymi sistemami Rossijskoj akademii nauk, 2014.
- [10] V.A. Vittih, “Problemy jevergetiki” Problemy upravlenija, # 4, S. 69-71, 2014
- [11] C.E. Pelaez, J.B. Bowles, “Using fuzzy cognitive maps as a system model for failure modes and effects analysis”, Information Sciences, Vol. 88, Issues 1-4, pp. 177-199, January 1996.
- [12] Ritu Soni, Ashpinder Preet. (2013, August - September). Cognitive Approach to Root Cause Analysis for Improving Quality of life: A case study for IT Industry. International journal of informative and futuristic research [Online]. Vol. 1, Issue 1.
- [13] A.V. Markovskij, Ispol'zovanie metodov strukturnogo analiza pri podgotovke kognitivnyh kart, M.: IPU RAN, 2009. S. 41-46.
- [14] V.E. Gvozdev, O.Ya. Bezhaeva, A.E. Hamidullina, “The Information Strategy Developing for Municipal Solid Waste Management Based on Cognitive Modelling”, in Proc.VIth International Workshop 'Critical Infrastructures: Contingency Management, Intelligent, Agent-Based, Cloud

Computing and Cyber Security' (IWCI 2019), Irkutsk, Russia, 2019, pp. 62–67. Available: <https://www.atlantispress.com/proceedings/iwci-19/125917303>

[15] V.E. Gvozdev, O.I. Hristodulo, O.Ja. Bezhaeva, A.E. Hamidullina “Informacionnaja podderzhka upravlenija tverdymi bytovymi kommunal'nymi othodami promyshlenno-razvityh territorij na osnove kognitivnogo modelirovanija”, Problemy upravlenija i modelirovanija v slozhnyh sistemah: Trudy XXI Mezhdunarodnoj konferencii, 2019, S. 403–408.

[16] V.E. Gvozdev, D.V. Semenenko, “Informacionnaja podderzhka analiza sostojanija territorial'nyh sistem po raznotipnym priznakam” Vestnik Ufinskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tehničeskogo universiteta, T. 12. # 1. S. 9-16, 2009

[17] V.E. Gvozdev, M.B. Guzairov, B.G. Il'jasov, A.E. Kolodenkova. Statisticheskoe issledovanie territorial'nyh sistem [monografija] M: Mashinostroenie, 2008