

УДК 614.84:519

**И. А. Кайбичев<sup>1</sup>, Е. И. Кайбичева<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия*

*<sup>2</sup>Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия*

## **КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ УПРАВЛЕНИЙ МЧС РОССИИ**

*Аннотация:* Выполнен кластерный анализ результатов деятельности региональных управлений МЧС России за 2019 год. В результате применения процедуры оценки результата деятельности регионального управления МЧС России, решены проблемы различной размерности показателей и их многомерности. В итоге выполнена оценка одним безразмерным числом в диапазоне от 0 до 1. Выделены кластеры с чрезвычайной, низкой, средней, высокой результативностью. В результате корректировки классической процедуры кластерного анализа получены наглядные результаты.

*Ключевые слова:* кластерный анализ, оценка результативности, региональные управления МЧС России.

### *Введение*

Среди разнообразных подходов [1-3] к анализу пожарной безопасности заметное место занимает кластерный анализ [4-7], государственном управлении [8, 9] и экономике [10].

В классической процедуре кластерного анализа [11-14] происходит обработка многомерного массива статистических данных, имеющих различную размерность. В результате происходит выделение групп объектов, сравнительно однородных по рассматриваемым показателям. В результате к каждой группе объектов (кластеру) можно применить свой набор управленческих решений.

### *Постановка проблемы*

На наш взгляд процедура классического кластерного анализа имеет две проблемы. Первая проблема состоит в различной размерности используемых в практической деятельности показателей. Вторая проблема – многомерность. В итоге кластерного анализа большинству пользователей не понятно почему различные объекты попали в рассматриваемый кластер и насколько велики между ними различия.

Рассмотрим возможную корректировку классической процедуры кластерного анализа. При этом поставим цели избавиться от различной размерности показателей и многомерности. Для достижения этой цели используем подход к оценке результатов деятельности Федеральной противопожарной службы МЧС России [15, 16].

### *Основная часть*

#### *Оценка деятельности регионального управления МЧС*

Обстановка в регионе Российской Федерации определяется набором показателей. В области пожарной безопасности в этот набор входят [17]: количество пожаров (ед.), материальный ущерб (тыс. руб.), количество погибших людей (чел.). Приведенные показатели имеют разную размерность.

Для формирования одного безразмерного показателя используем ранее разработанную [17,18] методику оценки результативности регионального управления МЧС России. В соответствии с этой методикой определим базу оценки показателей пожарной опасности и одновременно результативности регионального управления МЧС России. В качестве такой базы оценки используем значения количества пожаров (X1), материального ущерба (X2) и количества погибших людей (X3) за пятилетний период 2014-2018 годов, предшествующий 2019 году для которого проводится оценка (Рисунок 1).

	A	B	C	D	E	F
1	Год	2014	2015	2016	2017	2018
2	X1	3772	3672	3725	3655	3476
3	X2	363485	210259	871926	385743	282296
4	X3	341	327	332	304	274

Рисунок 1 - Показатели деятельности ГУ МЧС России по Свердловской области

База оценки позволяет для каждого из показателей X1, X2, X3 определить минимальное и максимальное значение.

Процедура оценки результатов 2019 года (Рисунок 2) состоит в сравнении показателей этого года с минимальным и максимальными значениями, определенными по базе оценки.

	A	B	C	D	E
1		Xmin	Xmax	2019	Ri
2	X1	3476	3772	10497	0
3	X2	210259	871926	1727374	0
4	X3	274	341	294	0,701
5	R				0,234

Рисунок 2 - Оценка результата деятельности ГУ МЧС России по Свердловской области

Если значение рассматриваемого показателя (X1, X2, X3) для 2019 года меньше минимального значения, то значение показателя результативности  $R_i = 1$ . В случае, когда значение рассматриваемого показателя больше максимального значений, показатель результативности  $R_i = 0$ .

Для ситуации, когда значение рассматриваемого показателя превышает минимальное значение, но меньше максимального, значение показателя результативности рассчитываем по формуле

$$R_i = \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

здесь X – значение рассматриваемого показателя для 2019 года,  $X_{\min}$  – минимальное значение показателя,  $X_{\max}$  – максимальное значение показателя.

Заметим, что показатель результативности  $R_i$  является безразмерной величиной, а его значение попадает в диапазон между 0 и 1. Тем самым мы избавились от различной размерности первоначальных показателей  $X_1, X_2, X_3$ .

В результате процедуры оценки результативности мы получим три безразмерных числа  $R_1, R_2, R_3$ . Избавиться от многомерности можно путем ввода общего показателя результативности

$$R = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 R_i \quad (2)$$

В итоге изначально многомерная задача сводится к одномерной (одному показателю). Значение  $R$  находится в промежутке от 0 до 1.

*Кластерный анализ*

В соответствии с исследованием [7] выделим четыре кластера по обстановке с результатами деятельности региональных управлений МЧС России: чрезвычайный, низкий, средний, высокий.

В кластер с чрезвычайной обстановкой (Рисунок 3) попали 25 регионов РФ с показателем общей результативности  $R$  в интервале  $[0, 0.25)$ .

	A	B	C	D	E	F
1	№	Регион	R	№	Регион	R
2	1	Республика Алтай	0	14	Мурманская область	0,152
3	2	Республика Дагестан	0	15	Сахалинская область	0,161
4	3	Республика Ингушетия	0	16	Республика Коми	0,174
5	4	Чеченская Республика	0	17	Липецкая область	0,191
6	5	Забайкальский край	0	18	Ненецкий АО	0,208
7	6	Хабаровский край	0	19	Республика Карелия	0,224
8	7	Москва	0	20	Рязанская область	0,225
9	8	Амурская область	0,046	21	Тульская область	0,232
10	9	Республика Калмыкия	0,048	22	Свердловская область	0,234
11	10	Челябинская область	0,058	23	Еврейская АО	0,238
12	11	Алтайский край	0,068	24	Ставропольский край	0,239
13	12	Тамбовская область	0,086	25	Санкт-Петербург	0,247
14	13	Астраханская область	0,110			
15		среднее	<b>0,118</b>		стандартное отклонение	<b>0,033</b>

Рисунок 3 – Кластер чрезвычайной обстановки

Кластер с низкой результативностью (Рисунок 4) образуют 33 региона РФ с показателем общей результативности  $R$  в интервале  $[0.25, 0.5)$ .

Кластер средней результативности (Рисунок 5) образуют 13 регионов РФ с показателем общей результативности  $R$  в интервале  $[0.5, 0.75)$ .

В кластер высокой результативности (Рисунок 6) попали 13 регионов РФ с показателем общей результативности  $R$  в интервале  $[0.75, 1]$ .

**Теоретические и практические аспекты предупреждения,  
ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны**

Два региона (Республика Крым и город Севастополь) не попали ни в один кластер в связи с отсутствием данных для 2014 года и невозможности выполнения по этой причине процедуры оценки.

№	А	В	С	Д	Е	Ф
1	№	Регион	R	№	Регион	R
2	1	Белгородская область	0,260	18	Приморский край	0,402
3	2	Республика Тыва	0,262	19	Пермский край	0,408
4	3	Чувашская Республика	0,263	20	Ульяновская область	0,41
5	4	Краснодарский край	0,291	21	Оренбургская область	0,416
6	5	Костромская область	0,298	22	Волгоградская область	0,424
7	6	Курская область	0,308	23	Кировская область	0,425
8	7	Республика Хакасия	0,313	24	Вологодская область	0,426
9	8	Ямало-Ненецкий АО	0,322	25	Воронежская область	0,429
10	9	Республика Северная Осетия-Алания	0,331	26	Орловская область	0,431
11	10	Кабардино-Балкарская Республика	0,333	27	Иркутская область	0,438
12	11	Карачаево-Черкесская Республика	0,333	28	Псковская область	0,441
13	12	Кемеровская область	0,333	29	Московская область	0,463
14	13	Ростовская область	0,333	30	Саратовская область	0,465
15	14	Пензенская область	0,352	31	Республика Башкортостан	0,471
16	15	Самарская область	0,366	32	Удмуртская Республика	0,474
17	16	Республика Мордовия	0,376	33	Курганская область	0,489
18	17	Республика Саха (Якутия)	0,392			
19		среднее	<b>0,378</b>		стандартное отклонение	<b>0,068</b>

Рисунок 4 - Кластер низкой результативности

№	А	В	С	Д	Е	Ф
1	№	Регион	R	№	Регион	R
2	1	Калининградская область	0,515	8	Архангельская область	0,545
3	2	Омская область	0,517	9	Нижегородская область	0,545
4	3	Республика Адыгея	0,520	10	Ивановская область	0,552
5	4	Красноярский край	0,530	11	Калужская область	0,553
6	5	Ярославская область	0,531	12	Республика Бурятия	0,564
7	6	Смоленская область	0,535	13	Владимирская область	0,568
8	7	Новгородская область	0,537			
9		среднее	<b>0,539</b>		стандартное отклонение	<b>0,017</b>

Рисунок 5- Кластер средней результативности

	A	B	C	D	E	F
1	№	Регион	R	№	Регион	R
2	1	Республика Татарстан	0,577	7	Брянская область	0,667
3	2	Новосибирская область	0,591	8	Ленинградская область	0,667
4	3	Камчатский край	0,603	9	Тверская область	0,667
5	4	Ханты-Мансийский АО	0,603	10	Томская область	0,667
6	5	Республика Марий Эл	0,630	11	Тюменская область	0,667
7	6	Магаданская область	0,660	12	Чукотский АО	0,667
8	среднее		<b>0,639</b>	стандартное отклонение		<b>0,036</b>

Рисунок 6 - Кластер высокой результативности

### *Обсуждение результатов*

Таким образом с помощью кластерного анализа можно провести категорирование региональных управлений МЧС России по результатам деятельности.

Предложенная процедура позволяет избавиться от различной размерности рассматриваемых показателей и от многомерности. В результате отпадает необходимость использования компьютерных программ для кластерного анализа [3].

*Выводы:* В итоге выполнена кластеризация результатов деятельности региональных управлений МЧС России. Полученные результаты могут быть использованы при обосновании размеров финансирования региональных управлений МЧС России, а также определении численности личного состава.

### Список литературы

1. Раимбеков К. Ж., Нарбаев К. А., Кусаинов А. Б., Осипов Р. Д. Анализ пожарной обстановки в Республике Казахстан // Вестник Кокшетауского технического института. – 2019. – № 2 (34). – С. 30-39.
2. Берденова Д. К. Статистические методы прогнозирования лесных пожаров в Республике Казахстан // Вестник Кокшетауского технического института. – 2018. – № 4 (34). – С. 76–82.
3. Бутузов С. Ю., Ражников С. В., Рыженко А. А., Аманкешұлы Д. Применение искусственных нейронных сетей для оценки эффективности функционирования системы оповещения и информирования населения Российской Федерации при чрезвычайных ситуациях и пожарах // Вестник Кокшетауского технического института. – 2019. – № 4 (36). – С. 4-12.
4. Орлова И. В. Кластерный анализ регионов Центрального федерального округа по социально-экономическим и демографическим показателям [Текст] / И. В. Орлова, Е. С. Филонова // Статистика и математические методы в экономике. – 2015. – № 5. – С. 111-115.
5. Тимофеева С. С. Оценка пожарной опасности субъектов Российской Федерации Сибирского федерального округа на основе комплексного показателя пожарных рисков [Электронный ресурс] / С. С. Тимофеева, В. В. Гармышев // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-14. – С. 3059-3064. – Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/article/view?id=37691>.

6. Минаев В. А. Типологизации территорий Вьетнама по характеристикам пожарной опасности в секторе хозяйствующих субъектов [Текст] / В. А. Минаев, Н. Г. Топольский, Дао Ань Туан // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2017. – № 4. – С. 8–16.

7. Шидловский Г. Л. Применение кластерного анализа в решении задач управления пожароопасными событиями в социально-экономических системах [Текст] / Г. Л. Шидловский [и др.] // Техносферная безопасность. – 2021. – № 1(30). – С. 72-78.

8. Олдендерфер М.С. Кластерный анализ [Текст] / М.С. Олдендерфер, Р. К. Блэшфилд // Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ.; Под. ред. И. С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – С. 139-210.

9. Хайдуков Д. С. Применение кластерного анализа в государственном управлении [Текст] / Д. С. Хайдуков // Философия математики: актуальные проблемы: сборник тезисов II Международной научной конференции «Философия математики: актуальные проблемы». – М.: МАКС Пресс, 2009. – С. 287-288.

10. Орлова И.В. Многомерный статистический анализ при исследовании экономических процессов: монография [Текст] / И. В. Орлова, В. Б. Турундаевский. – М.: МЭСИ, 2014. – 190 с.

11. Tryon R. C. Cluster analysis, London: Ann Arbor Edwards Bros, 1939.

12. Дюран Б. Кластерный анализ [Текст] / Б. Дюран, П. Оделл. – М.: Статистика, 1977. – 128 с.

13. Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия [Текст] / М. Жамбо. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 345 с.

14. Мандель И. Д. Кластерный анализ [Текст] / И. Д. Мандель. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

15. Кайбичев И. А. Ретроспектива результатов деятельности федеральной противопожарной службы [Текст] / И. А. Кайбичев // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологии. – М.: ВНИИПО, 2021. – С. 270-278.

16. Кайбичев И. А. Оценка эффективности работы ФПС МЧС России [Текст] / И.А. Кайбичев // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2021. – № 2(9). – С. 152-155.

17. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: статистический сборник [Текст] / Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2020. – 80 с.

18. Кайбичев И. А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по Красноярскому краю [Текст] / И. А. Кайбичев. // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 года, г. Железногорск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 81-87.

19. Вербицкая С. С. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по Республике Алтай [Текст] / С. С. Вербицкая, И. А. Кайбичев. // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 года, г. Железногорск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 53-59.

#### References

1. Raimbekov K. ZH., Narbaev K. A., Kusainov A. B., Osipov R. D. Analiz požarnoj obstanovki v Respublike Kazahstan // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2019. – № 2 (34). – S. 30-39.

2. Berdenova D. K. Statisticheskie metody prognozirovaniya lesnyh pozharov v Respublike Kazahstan // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2018. – № 4 (34). – S. 76-82.
3. Butuzov S. YU., Razhnikov S. V., Ryzhenko A. A., Amankeshly D. Primenenie iskusstvennyh nejronnyh setej dlya ocenki effektivnosti funkcionirovaniya sistemy opoveshcheniya i informirovaniya naseleniya Rossijskoj Federacii pri chrezvychajnyh situacijah i pozharah // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2019 – № 4 (36). – S. 4-12.
4. Orlova I. V. Klasternyj analiz regionov Central'nogo federal'nogo okruga po social'no-ekonomicheskim i demograficheskim pokazatelyam [Tekst] / I.V. Orlova, E. S. Filonova // Statistika i matematicheskie metody v ekonomike. – 2015. - № 5. – S. 111-115.
5. Timofeeva S. S. Ocenka pozharnoj opasnosti sub"ektov Rossijskoj Federacii Sibirskogo federal'nogo okruga na osnove kompleksnogo pokazatelya pozharnyh riskov [Elektronnyj resurs] / S. S. Timofeeva, V.V. Garmyshev // Fundamental'nye issledovaniya. – 2015. – № 2-14. – S. 3059-3064. – Rezhim dostupa: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37691>.
6. Minaev V. A. Tipologizacii territorij V'etnama po harakteristikam pozharnoj opasnosti v sektore hozyajstvuyushchih sub"ektov [Tekst] / V. A. Minaev, N. G. Topol'skij, Dao An' Tuan // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MCHS Rossii. – 2017. – № 4. - S. 8–16.
7. Shidlovskij G. L. Primenenie klasternogo analiza v reshenii zadach upravleniya pozharoopasnymi sobytijami v social'no-ekonomicheskikh sistemah [Tekst] / G. L. SHidlovskij [i dr.] // Tekhnosfernaya bezopasnost'. – 2021. – № 1(30). – S. 72-78.
8. Oldenderfer M. S. Klasternyj analiz [Tekst] / M.S. Oldenderfer, R.K. Bleshfeld // Faktornyj, diskriminantnyj i klasternyj analiz: per. s angl.; Pod. red. I.S. Enyukova. – M.: Finansy i statistika, 1989. – S. 139-210.
9. Hajdukov D. S. Primenenie klasternogo analiza v gosudarstvennom upravlenii [Tekst] / D. S. Hajdukov // Filosofiya matematiki: aktual'nye problemy: sbornik tezisov II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Filosofiya matematiki: aktual'nye problemy». – M.: MAKS Press, 2009. – S. 287-288.
10. Orlova I. V. Mnogomernyj statisticheskij analiz pri issledovanii ekonomicheskikh processov: monografiya [Tekst] / I. V. Orlova, V. B. Turundaevskij. – M.: MESI, 2014. – 190 s.
11. Tryon R. C. Cluster analysis, London: Ann Arbor Edwards Bros, 1939.
12. Dyuran B. Klasternyj analiz [Tekst] / B. Dyuran, P. Odell. — M.: Statistika, 1977. – 128 s.
13. Zhambyu M. Ierarhicheskij klaster-analiz i sootvetstviya [Tekst] / M. ZHambo. – M.: Finansy i statistika, 1988. – 345 s.
14. Mandel' I. D. Klasternyj analiz [Tekst] / I.D. Mandel'. – M.: Finansy i statistika, 1988. – 176 s.
15. Kajbichev I.A. Retrospektiva rezul'tatov deyatel'nosti federal'noj protivopozharnoj sluzhby [Tekst] / I.A. Kajbichev // Aktual'nye problemy pozharnoj bezopasnosti: materialy XXXIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj Godu nauki i tekhnologii. – M.: VNIPO, 2021. – S. 270-278.
16. Kajbichev I. A. Ocenka effektivnosti raboty FPS MCHS Rossii [Tekst] / I. A. Kajbichev // Pozharnaya i tekhnosfernaya bezopasnost': problemy i puti sovershenstvovaniya. – 2021. - № 2 (9). – S. 152-155.
17. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2019 godu: statisticheskij sbornik [Tekst] / Pod obshchej redakciej D. M. Gordienko. – M.: VNIPO, 2020. – 80 s.
18. Kajbichev I. A. Retrospektiva rezul'tatov GU MCHS Rossii po Krasnoyarskomu krayu [Tekst] / I. A. Kajbichev. // Molodye uchenye v reshenii aktual'nyh problem bezopasnosti: Sbornik materialov X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 28 maya 2021 goda, g. ZHeleznogorsk – Izd-vo: FGBOU VO Sibirskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2021. – S. 81-87.

19. Verbickaya S. S. Retrospektiva rezul'tatov GU MCHS Rossii po Respublike Altaj [Tekst] / S. S. Verbickaya, I. A. Kajbichev. // Molodye uchenye v reshenii aktual'nyh problem bezopasnosti: Sbornik materialov X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 28 maya 2021 goda, g. ZHeleznogorsk – Izd-vo: FGBOU VO Sibirskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2021. – S. 53-59.

И. А. Кайбичев<sup>1</sup>, Е. К. Кайбичева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ресей ТЖМ МӨҚ Орал институты, Екатеринбург, Ресей*

<sup>2</sup>*Орал мемлекеттік экономикалық университеті, Екатеринбург, Ресей*

### РЕСЕЙ ТЖМ ӨҢІРЛІК БАСҚАРМАЛАРЫ ҚЫЗМЕТІНІҢ НӘТИЖЕЛЕРІНЕ КЛАСТЕРЛІК ТАЛДАУ

*Аңдатпа:* Ресей ТЖМ өңірлік басқармаларының 2019 жылғы қызметінің нәтижелеріне кластерлік талдау жасалды. Ресей ТЖМ аймақтық басқармасы қызметінің нәтижесін бағалау процедурасын қолдану нәтижесінде көрсеткіштердің әртүрлі өлшемділігі және олардың көп өлшемділігі мәселелері шешілді. Нәтижесінде бағалау 0-ден 1-ге дейінгі диапазонда бір өлшемсіз санмен орындалды. Төтенше, төмен, орташа, жоғары нәтижелі кластерлер бөлінді. Кластерлік талдаудың классикалық рәсімін түзету нәтижесінде көрнекі нәтижелер алынды.

*Түйінді сөздер:* кластерлік талдау, нәтижелілікті бағалау, Ресей ТЖМ өңірлік басқармалары.

I. Kaibichev<sup>1</sup>, E. Kaibicheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ural Institute of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Ural, Russia*

<sup>2</sup>*Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia*

### CLUSTER ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE ACTIVITIES OF THE REGIONAL DEPARTMENTS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

*Abstract:* A cluster analysis of the results of the activities of the regional departments of the Ministry of Emergency Situations of Russia for 2019 was carried out. As a result of the application of the procedure for evaluating the results of the activities of the regional department of the Ministry of Emergency Situations of Russia, the problems of various dimensions of indicators and their multidimensionality have been solved. As a result, an estimate was made by one dimensionless number in the range from 0 to 1. Clusters with extreme, low, medium, and high performance were identified. As a result of the correction of the classical cluster analysis procedure, visual results were obtained.

*Keywords:* cluster analysis, performance assessment, regional departments of the Ministry of Emergency Situations of Russia.



**Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors**

*Игорь Аннолинарьевич Кайбичев* – физика-математика ғылымдарының докторы, доцент, Ресей ТЖМ МӨҚ Орал институты математика және информатика кафедрасының профессоры. Ресей, Екатеринбург, Бейбітшілік көшесі, 22. E-mail: kaibitchev@mail.ru

*Екатерина Игоревна Кайбичева* – экономика ғылымдарының кандидаты, Орал Экономикалық мемлекеттік университеті аймақтық, муниципалды экономика және менеджмент кафедрасының доцент. Ресей, Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62. E-mail: catherine.kai@mail.ru

*Кайбичев Игорь Аннолинарьевич* – доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры математики и информатики Уральского института ГПС МЧС России. Россия, Екатеринбург, ул. Мира, 22. E-mail: kaibitchev@mail.ru

*Кайбичева Екатерина Игоревна* – кандидат экономических наук, доцент кафедры региональной, муниципальной экономики и управления Уральского государственного экономического университета. Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62. E-mail: catherine.kai@mail.ru

*Igor Kaibichev* – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Mathematics and Computer Science of the Ural Institute of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia. 22 Mira str., Yekaterinburg, Russia. E-mail: kaibitchev@mail.ru

*Ekaterina Kaibicheva* – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Regional, Municipal Economics and Management of the Ural State University of Economics. 62, 8 Marta str., Yekaterinburg, Russia. E-mail: catherine.kai@mail.ru