

Научная статья  
УДК 614.849  
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.92.39.005

## Автоматизация расчетов по методике оценки деятельности территориальных органов государственного пожарного надзора МЧС России

**Виктор Иосифович Искалин**  
**Владимир Александрович Сорокин**  
**Наталья Владимировна Туз**  
**Константин Васильевич Домрачев**

*Всероссийский ордена «Знак почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Балашиха, Россия*  
*Автор ответственный за переписку: Наталья Владимировна Туз, n.tuz@list.ru*

**Аннотация.** Использована математическая модель, основанная на функции желательности Харрингтона для разработки Методики оценки территориальных органов ГПН МЧС России. Разработан пример реализации Методики в виде настольного приложения на Python.

**Ключевые слова:** методика оценки территориальных органов МЧС России, пожарная безопасность, автоматизация расчетов

**Для цитирования:** Искалин В.И., Сорокин В.А., Туз Н.В., Домрачев К.В. Автоматизация расчетов по методике оценки деятельности территориальных органов государственного пожарного надзора МЧС России / Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 1 (28). С. 88-96. <http://10.34987/vestnik.sibpsa.2023.92.39.005>.

## Automation of calculations based on the methodology of assessing the activities of territorial bodies of state fire supervision EMERCOM of Russia

**Viktor I. Iskalin**  
**Vladimir A. Sorokin**  
**Natalya V. Tuz**  
**Konstantin V. Domrachev**

*All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Russia*  
*RussiaCorresponding author: Natalya V. Tuz, n.tuz@list.ru*

**Abstract:** A mathematical model based on the Harrington desirability function was used to develop a Methodology for assessing the territorial bodies of the State Emergency Service of Russia. An example of the implementation of the Methodology in the form of a desktop application in Python has been developed.

**Keywords:** methodology of assessment of territorial bodies of the Ministry of Emergency Situations of Russia, fire safety, automation of calculations

**For citation:** Iskalin V.I., Sorokin V.A., Tuz N.V., Domrachev K.V. Automation of calculations according to the methodology of assessing the activities of Territorial bodies of State Fire Supervision of the Ministry of Emergency Situations of Russia / Siberian Fire and Rescue Bulletin 2023. № 1 (28). p. 88-96. (In Russ.) <http://10.34987/vestnik.sibpsa.2023.92.39.005>.

## Введение

В отчете по НИР [1] отражены результаты разработки Методики оценки деятельности территориальных органов МЧС России по вопросам осуществления федерального государственного пожарного надзора, осуществления дознания, лицензирования и предоставления государственных услуг в области пожарной безопасности. Методика утверждена соответствующим приказом [2]. Данная публикация отражает особенности модели оценки деятельности организационных структур, которая лежит в основе Методики, алгоритма ее реализации и компьютерного настольного приложения, позволяющего автоматизировать выполнение расчетов.

Описание модели оценки деятельности организационных структур

Результат оценки деятельности организационной структуры представляется в виде числа (рейтинга). Предполагается, что рейтинг есть функция от вектора значений отдельных показателей деятельности, имеющих «направленность», ее суть заключается в том, что изменение одного показателя при неизменности остальных приведет к изменению общей оценки.

Очевидно, что величина оценки зависит не только от значений, но и значимости отдельных показателей, которая измеряется весовыми коэффициентами, следовательно, можно предположить, что оценка имеет вид параметрической функции и определяется вектором этих коэффициентов.

При выполнении упомянутых выше условий, налагаемых на параметрическую функцию, метод получения рейтинга деятельности организационной структуры можно интерпретировать как метод построения сводного показателя, агрегирующего отдельные показатели [3].

Метод построения сводного показателя включает следующие этапы:

1. Формирование вектора исходных показателей.
2. Формирование вектора числовых (преобразованных) показателей.
3. Выбор вида параметрической агрегирующей функции.
4. Определение значения весовых коэффициентов, для построения итогового показателя качества объекта.

Представленная схема метода построения сводного показателя, агрегирующего отдельные (локальные, частные) показатели, является универсальной структурой, все элементы которой проявляются в той или иной степени практически во всех экономико-математических методах оценки деятельности сложных объектов [3], в том числе организационных структур.

В интересах формирования итогового показателя (агрегирования) все значения стандартизованного частного показателя должны отвечать следующим требованиям [3]:

- принадлежать заданному диапазону, чаще всего это отрезок «0;1»;
- множество значений стандартизованного показателя должно образовывать монотонную последовательность;
- эта последовательность должна иметь одну и ту же направленность для всех стандартизованных показателей.

Исходные показатели деятельности организационных структур, отраженные на шкалу желательности Харрингтона, полностью соответствуют всем перечисленным требованиям, а уровни оценки, в свою очередь, приобретают «логический» смысл.

## Описание шкалы желательности Харрингтона

Функция желательности построена на преобразовании натуральных значений частных показателей в безразмерную шкалу, которая устанавливает соответствие между физическими и психологическими параметрами [4].

Физические параметры рассматриваются как показатели, характеризующие функционирование исследуемого объекта, а психологические – субъективные оценки исследователя по предпочтительности определенного значения отклика.

Психологические параметры выражаются через отметки на шкале желательности. Шкала устроена так, что более предпочтительному значению критерия соответствует большее значение желательности (предполагается, что исследователь может определить отношение предпочтения для каждого показателя) [5].

Таким образом, качественная оценка выражается через конкретные количественные показатели, в данном случае, критерии оценки деятельности организационных структур.

Функция желательности Харрингтона обладает следующими преимуществами:

- является количественной;
- является однозначной, т.е. заданному набору значений частных параметров оценки соответствует одно значение функции;
- обеспечивает простой путь преобразования показателей для всех критериев;
- «нейтральна» при обобщении: на конечный результат при построении шкалы желательности влияют только личные предпочтения эксперта;
- является адекватной. Под адекватностью, частной и обобщенной функций желательности следует понимать их эквивалентность измеренным значениям критериев в том смысле, что с ними можно проделывать все вычислительные действия, определенные на множестве значений критериев [3].

Для преобразования показателя из исходной шкалы на шкалу желательности необходимо установить границы допустимых значений. Отсутствие данных влечет отсутствие допустимых значений, и установление ограничений экспертным путем, интуитивно.

Ограничения могут устанавливаться как односторонние, так и двусторонние. Односторонние ограничения устанавливаются, если улучшение функции желательности происходит только при однонаправленном изменении показателя [3]. Односторонние ограничения обозначаются в виде  $y \leq y_{max}$  («чем меньше, тем лучше») или  $y \geq y_{min}$  («чем больше, тем лучше»), двусторонние — в виде  $y_{min} \leq y \leq y_{max}$ . В нашей работе использованы только односторонние ограничения.

В соответствии со шкалой желательности безразмерные значения функции желательности  $d_i$  изменяются в интервале от 0 до 1. Значение  $i$ -го частного показателя  $d_i$ , переведенное в безразмерную шкалу желательности, называется частной желательностью ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$  — текущий номер показателя,  $n$  — количество частных показателей). При этом значение  $d_i = 1$  соответствует наиболее желаемой, но не всегда достижимой величине  $i$ -го показателя [3; 6];  $d_i = 0$  соответствует неприемлемой величине  $i$ -го показателя.

При одностороннем ограничении  $y \leq y_{max}$  («чем меньше, тем лучше») или  $y \geq y_{min}$  («чем больше, тем лучше») отметка на шкале желательности  $d_i = 0,37$  часто приблизительно соответствует значению  $y_{max}$  или  $y_{min}$ . Выбор именно этой точки связан с тем, что она является точкой перегиба функции Харрингтона, что в свою очередь создаёт определённые удобства при вычислениях. То же самое верно для значения желательности, соответствующей  $d_i = 0,63$  [3].

Функция Харрингтона для одностороннего ограничения определяется по формуле (1):

$$d = e^{-e^{-y}} \quad (1)$$

где  $e$  — обозначение основания натурального логарифма (экспоненты);  $y'$  — кодированное значение частного показателя на промежуточной шкале [3].

Соотнесение исходной, промежуточной и шкалы желательности для односторонних ограничений можно выполнить на основе предложения Харрингтона о линейной связи  $y'_i$  и исходного  $y$ :

$$y' = b_0 + b_1 y \quad (2)$$

Для определения коэффициентов  $b_0$  и  $b_1$ , входящих в (2), был использован следующий прием: худшему значению показателя по шкале желательности ( $d_{bad}$ ) присваивали значение 0,37, а лучшему значению ( $d_{best}$ ) – значение 0,63.

Согласно формулы (1) имеем:

$$\begin{aligned} d_{best} &= \exp(-\exp(-y')), \\ y'_{best} &= -\ln(-\ln(d_{best})) = 0,7721 \\ d_{bad} &= \exp(-\exp(-y')), \\ y'_{bad} &= -\ln(-\ln(d_{bad})) = 0,0058 \end{aligned}$$

Система уравнений, определяющая коэффициенты  $b_0$  и  $b_1$  для показателя имеет вид:

$$\begin{aligned} y'_{best} &= b_0 + y_{best} b_1 \\ y'_{bad} &= b_0 + y_{bad} b_1 \end{aligned}$$

Отсюда:

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= \frac{y'_{best} - y'_{bad}}{y_{best} - y_{bad}} \\ b_0 &= y'_{best} - y_{best} b_1 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $y_{best}$ ,  $y_{bad}$  – точки, назначенные экспертом по исходной шкале.

Преобразование осуществляется следующим образом.

Коэффициенты  $b_1$ ,  $b_0$  рассчитываются по значениям  $y_{best}$ ,  $y_{bad}$ , данными экспертом, по формуле (3). По уравнению (2) получают значение показателя по промежуточной шкале, по уравнению (1) – по шкале желательности.

**Пример 1.** Отражение Показателя № 1.1 на шкалу Харрингтона.

$$y_{bad} = 0,12; y_{best} = 0,06; y = 0,1714$$

$$b_1 = \frac{y'_{best} - y'_{bad}}{y_{best} - y_{bad}} = \frac{0,7721 - 0,0058}{0,06 - 0,12} = -12,7717$$

$$b_0 = y'_{best} - y_{best} b_1 = 0,7721 - 0,06 * (-12,7717) = 1,5384$$

$$y' = b_0 + b_1 y = 1,5384 + (-12,7717) * 0,1714 = -0,65066$$

$$d = e^{-e^{-y'}} = e^{-e^{-(-0,65066)}} = 0,1471$$

Результаты отражения показателей на шкалу желательности показаны на рис. 1.

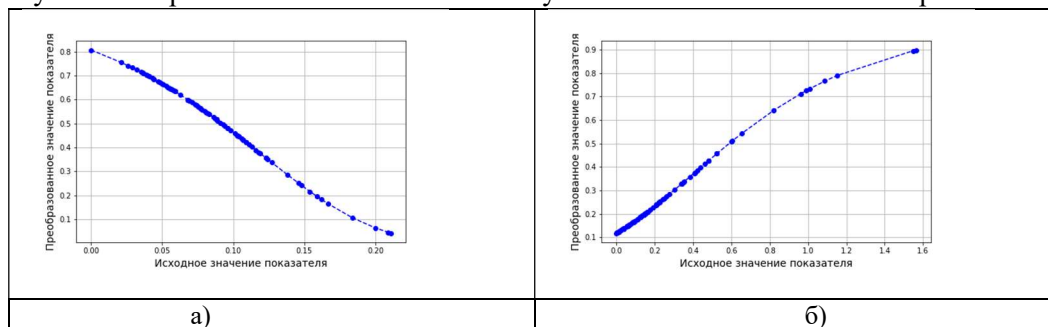


Рис. 1. Пример графического представления результата отражения показателя из исходной шкалы на шкалу желательности по формулам (1-3)

Показатель, рис.1а, соответствует условию  $y \leq y_{max}$  («чем меньше, тем лучше»). Показатель, рис.1б, соответствует условию  $y \geq y_{min}$  («чем больше, тем лучше»).

**Агрегирование показателей группы (получение итогового значения по группе показателей)**

При наличии нескольких показателей, объединенных в группу и преобразованных в шкалу желательности  $d_i$ , вводится обобщенный показатель группы  $D_S$  как свертка частных показателей.

$$D_S = \sum_{i=1}^n \alpha_i d_i \quad (4)$$

где  $\alpha_i$  - весовые коэффициенты, указывающие на значимость или важность частных показателей,  $n$  – число показателей в группе. На весовые коэффициенты  $\alpha_i$  накладывается ограничение:

$$0 \leq \alpha_i \leq 1, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad (5)$$

Показано [3], что аддитивная свертка (5) измеряется по той же шкале, что и преобразованная шкала показателей  $d_i$ .

Расчет относительных весов показателей ( $\alpha_i$ ) осуществляют по формуле:

$$\alpha_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

где  $w_i$  – вес показателя, назначенный экспертом, баллы, (в нашем исследовании использована 10-балльная шкала);  $n$  – число показателей в группе.

**Пример 2.** Агрегирование показателей на уровне группы «1 Пожары».

В табл. 1 представлены промежуточные и итоговое значение показателей группы «1 Пожары» (один из регионов в 1 квартале 2022 года) в процессе свертки. В столбце «Относительный вес показателя» расчет выполнен по формуле (6). В столбце «Взвешенное значение показателя» расчет выполнен по формуле (4).

**Табл. 1. Пример агрегирования (свертки) показателей на уровне группы «1 Пожары»**

Показатель	Вес показателя, баллы	Относительный вес показателя	Значение показателя по исходной шкале	Значение показателя по шкале Харрингтона	Взвешенное значение показателя
Показатель №1.1	7	0,2121	0,1714	0,1470	0,0312
Показатель №1.2	10	0,3030	0,0000	0,6300	0,1909
Показатель №1.3	5	0,1515	32,5673	1,0000	0,1515
Показатель №1.4	2	0,0606	0,0000	0,1177	0,0071
Показатель №1.5	4	0,1212	2,7434	0,6441	0,0781
Показатель №1.6	5	0,1515	0,0000	0,6300	0,0955
Сумма	33	1		Групповая оценка	0,5543

Аналогичным образом осуществляют свертку агрегированных показателей групп (групповых оценок) в итоговый показатель по всем группам (итоговую оценку).

**Пример 3.** Свертка групповых оценок в итоговую оценку

В табл. 2 представлены промежуточные и итоговое значение групповых и итоговых оценок (один из регионов в 1 квартале 2022 года) в процессе свертки. В столбце «Относительный вес группы» расчет выполнен по формуле (6). В столбце «Взвешенная оценка группы» расчет выполнен по формуле (4).

**Табл. 2. Пример агрегирования (свертки) групповых оценок в итоговую оценку**

Имя группы	Вес группы, баллы	Относительный вес группы	Оценка группы	Взвешенная оценка группы
1 Пожары	9	0,2432	0,5543	0,1348
2 Надзор	8	0,2162	0,6810	0,1472
3 Дознание	8	0,2162	0,5869	0,1269
4 Лицензирование	5	0,1351	0,5327	0,0720
5 Коррупция	7	0,1892	0,6300	0,1192
Сумма	37	1	Итоговая оценка	0,6001

## **Разработка методики оценки деятельности территориальных органов государственного пожарного надзора МЧС России, на основе функции Харрингтона**

Одной из основных задач совершенствования подходов к осуществлению данной оценки, являлось формирование актуальной системы показателей, соответствующей действующей нормативной правовой базы.

При формировании показателей, используемых в Методике, специалисты основывались на анализе статистических данных по рассматриваемым направлениям деятельности, осуществляемым территориальными органами МЧС России.

Перечень показателей, используемый в Методике, состоит из 25 относительных показателей, распределенных по пяти группам:

- 1) деятельность по улучшению обстановки с пожарами;
- 2) организация и осуществление надзорной деятельности и профилактической работы;
- 3) организация и осуществление дознания по делам о пожарах;
- 4) организация и осуществление лицензирования и предоставления государственных услуг;
- 5) коррупционные проявления.

Применяемые показатели оценки, полностью соответствует положениям актуальной нормативной правовой базы, а тенденция их достижение позволяет сфокусировать (сосредоточить) деятельность территориальных органов МЧС России на максимальном сокращении ущерба жизни и здоровью людей.

Источниками данных, необходимых для определения научно обоснованных критериев оценки и расчета значений показателей, являются сведения, содержащиеся в ведомственных формах статистической отчетности, формируемых территориальными органами МЧС России, а также в информационных системах, эксплуатируемых указанными органами.

Порядок проведения оценки деятельности территориальных органов МЧС России, изложенный в Методике, включает:

- расчет значений показателей по формулам для каждого из 25 показателей оценки деятельности;
- процедуру двойного преобразования значений показателей оценки деятельности (функция Харрингтона);
- расчет обобщенного показателя оценки деятельности по каждой группе показателей, с учетом весовых коэффициентов показателей;
- расчет итоговой оценки (агрегированного показателя) их деятельности, с учетом весовых коэффициентов групп показателей.

По результатам расчета формируется ряд числовых значений итоговой оценки, определенной по каждому территориальному органу МЧС России. После проведения процедуры ранжирования этих значений определяется соответствующий рейтинг оценки их деятельности и ранг (место) в общем списке из 85 субъектов РФ.

### **Пример 4. Рейтинг и ранг (место) территориального органа МЧС России**

В табл. 3 представлены итоговые оценки территориальных органов МЧС РФ в 1 квартале 2022 года, а также их рейтинги и ранги. В столбце «Код имени территориального органа МЧС РФ» представлено условное обозначение субъекта РФ. В столбце «Итоговая оценка» представлен результат расчета итоговой оценки по формуле (4). Результаты расчета в столбцах «Ранг» и «Рейтинг» получены с использованием функции `pandas.DataFrame.rank` [7]. Строки в табл. 3 упорядочены по возрастанию ранга (убыванию рейтинга).

**Табл. 3. Пример расчета рейтинга и ранга (места) территориального органа МЧС России по итогам 1 квартала 2022 года**

Код имени территориального органа МЧС РФ	Итоговая оценка	Ранг (место)	Рейтинг
Регион 1	0,6778	1	85
Регион 2	0,6357	2	84
Регион 3	0,6329	3	83
Регион 4	0,6305	4	82
Регион 5	0,6282	5	81
Регион 6	0,6265	6	80
Регион 7	0,6260	7	79
Регион 8	0,6225	8	78
Регион 9	0,6212	9	77
Регион 10	0,6153	10	76
...	...	...	...
Регион 76	0,5167	76	10
Регион 77	0,5072	77	9
Регион 78	0,5046	78	8
Регион 79	0,5029	79	7
Регион 80	0,5004	80	6
Регион 81	0,5002	81	5
Регион 82	0,4998	82	4
Регион 83	0,4991	83	3
Регион 84	0,4974	84	2
Регион 85	0,4812	85	1

Для автоматизации выполнения расчета разработано настольное приложение в среде Anaconda с использованием языка программирования Python.

Структура рабочего каталога с папками и файлами представлена на рис. 2.

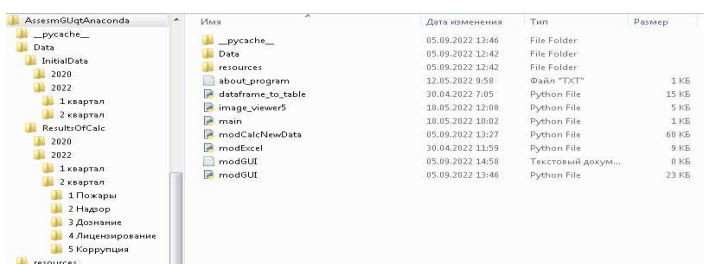


Рис. 2. Структура рабочего каталога приложения с папками и файлами

Исходные данные в виде книг Excel располагаются в папке «Data/InitialData», вложенные папки – «Год/Квартал».

Результаты расчета размещаются в виде книг Excel и рисунков формата \*.png в папке «Data/ResultsOfCalc», вложенные папки «Год/Квартал».

Решение основной задачи «новый расчет» запускается командой меню «Выполнить/Новый расчет», которая продублирована соответствующей кнопкой на панели инструментов (рис 3).

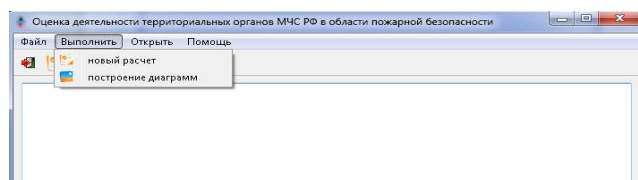


Рис. 3 Диалоговое окно представление основной команды «новый расчет» (фрагмент)

По команде «новый расчет» открывается диалоговое окно выбора папки «N квартал», где N – номер квартала (от 1 до 4) (рис. 4).

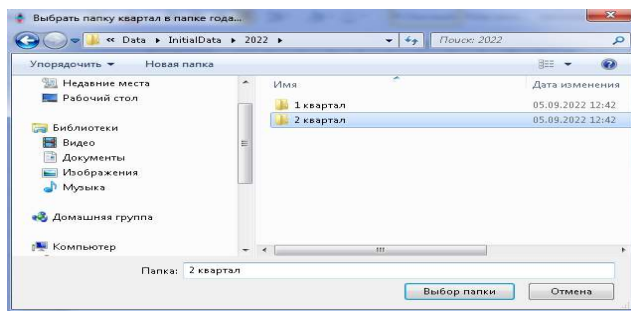


Рис. 4 Вид диалогового окна выбора папки, в которой размещены книги Excel с исходными данными

Дополнительно, программа позволяет вывести на форму для просмотра один из листов книг Excel и/или один из построенных рисунков (рис. 5,6,7). Выполнение основных операций отражается в текстовом окне журнала (рис. 5).

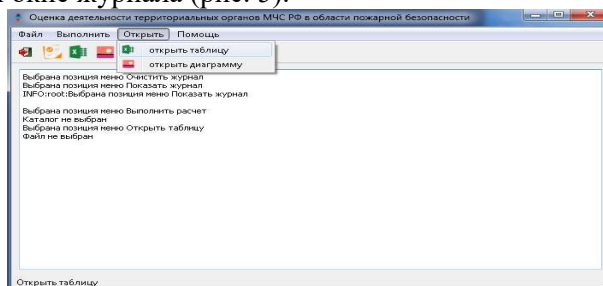


Рис. 5 Окно с командой меню выбора таблицы и/или рисунка

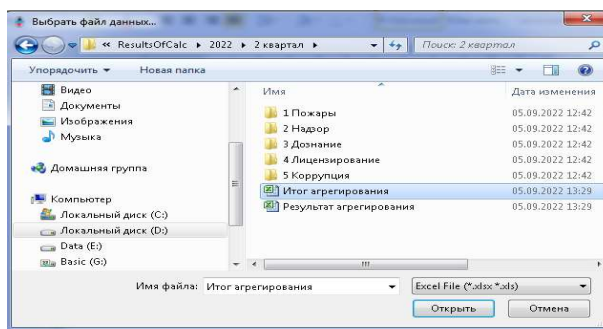


Рис. 6 Диалоговое окно выбора файла книги Excel

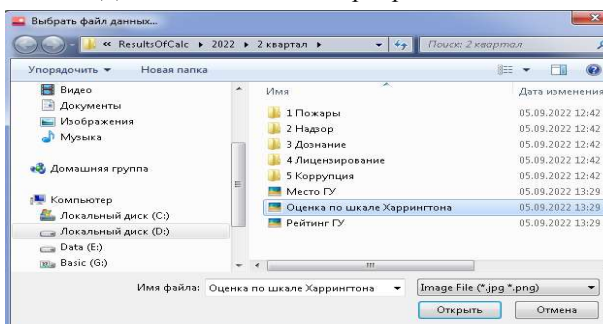


Рис. 7 Диалоговое окно выбора файла с рисунком

Заметим, что описанное выше настольное приложение имеет статус пилотного проекта и подлежит усовершенствованию по мере изменения требований пользователя.

### Заключение

В рамках совершенствования законодательства в области организации контрольно-надзорной деятельности разработана Методика оценки деятельности территориальных органов



МЧС России, утвержденная приказом, в соответствии с которым необходимо ежеквартально производить расчет оценки их деятельности.

Разработанное настольное приложение обеспечивает автоматизацию выполнения расчетов и построения диаграмм в соответствии с Методикой.

#### **Список источников**

1. Отчет о НИР «Разработка научно-обоснованных критериев и методики оценки деятельности территориальных органов МЧС России по вопросам осуществления надзорной деятельности и профилактической работы, осуществления дознания, лицензирования и представления государственных услуг» (НИР «Оценка ГУ»). - ФГБУ ВНИИПО. Балашиха 2021.

2. Приказ МЧС России от 09.03.2022 № 168 «Об утверждении Методики оценки деятельности территориальных органов МЧС России по вопросам осуществления федерального государственного пожарного надзора, осуществления дознания, лицензирования и предоставления государственных услуг в области пожарной безопасности».

3. Юсупова Г.Ф. Использование функции желательности в оценке уровня техносферной безопасности территории / Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. - 2017. - № 3(76). С. 67-81.

4. Любушин Н.П., Брикач Г.Е. Использование обобщенной функции желательности Харрингтона в многопараметрических экономических задачах / Экономический анализ: теория и практика. - 2014. № 18(369). С. 2-10.

5. Калинин О.И., Михайлова О.Ю. Разработка качественного метода оценки деловой репутации предприятия (на примере металлургических предприятий) / Научно-практический журнал Микроэкономика. - 2018. № 3. С. 7-13.

6. Родионов О.В., Демичев И.В., Залесов О.В., Николаев А.Е. Методика оценки деятельности научно-педагогических работников с использованием функции желательности Харрингтона. / Журнал Научная мысль. - 2019. № 2 (32). С. 23-29.

#### **Информация об авторах**

В.И. Искалин - кандидат химических наук

#### **Information about the author**

V.I. Iskalin – Ph.D. of Chemical Sciences

Статья поступила в редакцию 05.02.2023; одобрена после рецензирования 23.03.2023; принята к публикации 21.02.2023.

The article was submitted 05.02.2023; approved after reviewing 23.03.2023; accepted for publication 21.02.2023.