

УДК 519.257+614.849

DOI:10.25729/ESI.2023.30.2.011

Расчёт комплексного показателя пожарной опасности в административных территориях Иркутской области

Аршинский Леонид Вадимович¹, Гармышев Владимир Викторович², Михеев Максим Сергеевич¹, Сафонов Сергей Викторович¹

¹Иркутский государственный университет путей сообщения,
Россия, Иркутск, *larsh@mail.ru*

²Иркутский национальный исследовательский технический университет,
Россия, Иркутск

Аннотация. Рассматривается обстановка с пожарами на территориях Иркутской области в 2010-2021 годах. Анализ выполнялся с помощью комплексного показателя пожарной опасности, позволяющего оценить обстановку на территории относительно уровня пожарной опасности по субъекту в целом (Иркутская область). Отмечены наиболее и наименее благополучные территории. Показано, что основная часть территорий характеризуется повышенным уровнем пожарной опасности, а отдельные территории в некоторые годы – высоким и чрезвычайным. Так как используемый для расчётов комплексный показатель характеризует обстановку в статике, для оценки динамики предложено выполнить аналогичный расчёт относительно базового 2010 года. Показано, что в динамике ситуация выглядит несколько лучше, но изменения не принципиальные. Сделано предположение, что высокий уровень пожарной опасности в области связан с высокой долей деревянной застройки и продолжительным (более полугодя) отопительным периодом при слабой обеспеченности средствами противопожарной защиты жилого сектора, где происходит до 80 % пожаров.

Ключевые слова: пожарная опасность, пожары, Иркутская область, риски, комплексный показатель пожарной опасности

Цитирование: Аршинский Л.В. Расчёт комплексного показателя пожарной опасности в административных территориях Иркутской области / Л.В. Аршинский, В.В. Гармышев, М.С. Михеев, С.В. Сафонов // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2023. – № 2(30). – С. 107-120. – DOI:10.25729/ESI.2023.30.2.011.

Введение. Обстановка с пожарами на той или иной территории – один из важных факторов, влияющих на условия жизни населения. Каждый пожар – это социальный и экономический ущерб, потери не только финансовые и имущественные, но и возможные жертвы среди населения, фактор, влияющий на общее восприятие территории как социально-привлекательной. Для уменьшения таких ущербов территориальными органами, государственными службами проводятся мероприятия по профилактике пожаров, их своевременной ликвидации, преодоления последствий, если пожары произошли.

Как известно, основным способом уменьшения последствий пожаров является их профилактика [1-3]. Она требует меньше вложений и не сопровождается такими социально-экономическими и репутационными потерями, как борьба с уже допущенными пожарами, особенно, если эти пожары становятся масштабными, как это было на территориях Иркутской области (ИО) и Бурятии в 2015 г. или в Саха(Якутии) в 2021 г., когда массово горели леса и возникла угроза населённым пунктам и объектам инфраструктуры.

Однако профилактическая работа затруднительна, если госорганы и территориальная администрация не владеют информацией об общей обстановке с пожарами, месте территории среди других административно-территориальных образований (АТО) в этом вопросе. Безусловно, статистика у них имеется. Однако не всегда эта статистика становится аналитической, когда первичная информация превращается в расчётно-аналитические показатели, которые можно положить в основу управленческих решений.

Одним из таких показателей являются риски, для расчёта которых существует немало методик и которые используются для оценки состояния различного рода систем (технических,

экономических и т.д.) [4-20]. В частности, в [5] описан международный опыт работы с этим показателем. Системное описание рисков применительно к вопросам безопасности жизнедеятельности выполнено в [6-8]. Существует учебная литература по этому вопросу (см. напр. [8-11]).

Понятие риска широко используется в пожарной безопасности [11-17, 19, 20]. Особенностью представленного здесь подхода является работа с комплексными показателями пожарной опасности. Комплексный показатель – это, по существу, специальным образом построенный агрегат частных рисков. Первые исследования по комплексным показателям выполнены Н.Н. Брушлинским и его учениками [11-18]. Их продолжением являются работы [19, 20], они положены в основу данного исследования.

Достоинством подхода и полученного на его основе алгоритма оценивания является то, что он не только рассчитывает частные риски, например риск для человека, проживающего в i -м АТО, столкнуться с пожаром $R_1^{АТО_i}$, риск погибнуть на пожаре $R_2^{АТО_i}$, и т. д., но и формирует комплексный показатель пожарной опасности в i -м АТО, на основании которого можно количественно оценить место того или иного образования среди других и сравнить ситуацию в нём с ситуацией по субъекту в целом.

Использование этого алгоритма для анализа ситуации с пожарами в Иркутской области является предметом данной статьи.

1. Алгоритм расчёта комплексного показателя пожарной опасности на территории.

Согласно [19, 20], расчёт комплексного показателя пожарной опасности состоит из следующих шагов (сохраняем авторские обозначения).

1. Сбор данных о последствиях пожаров на территории АТО за соответствующий период времени (берётся календарный год). Сюда входят:

- $N_{\text{нас}}^{АТО_i}$ – количество людей, проживающих на i -й территории в соответствующем году, чел.;
- $n_{\text{об}}^{АТО_i}$ – общее количество объектов техносферы на i -й территории в соответствующем году, ед.
- $n_{\text{п}}^{АТО_i}$ – общее количество пожаров на i -й территории, ед./год;
- $N_{\text{г}}^{АТО_i}$ – общий количество погибших на пожарах, чел./год;
- $N_{\text{тр}}^{АТО_i}$ – общий количество травмированных при пожарах, чел./год;
- $n_{\text{ус}}^{АТО_i}$ – общий количество уничтоженных строений, объектов, ед./год;
- $C_{\text{у}}^{АТО_i}$ – общий прямой ущерб от пожаров, руб./год;

2. Расчёт на основе предыдущих значений аналогичных показателей для субъекта, в качестве которого здесь выступает Иркутская область:

- $N_{\text{нас}}^{\text{ИО}}$ – количество людей, проживающих в области в соответствующем году, чел.;
- $n_{\text{об}}^{\text{ИО}}$ – общее количество объектов техносферы в области в соответствующем году, ед.
- $n_{\text{п}}^{\text{ИО}}$ – общее количество пожаров на территории области, ед./год;
- $N_{\text{г}}^{\text{ИО}}$ – общий количество погибших на пожарах, чел./год;
- $N_{\text{тр}}^{\text{ИО}}$ – общий количество травмированных при пожарах, чел./год;
- $n_{\text{ус}}^{\text{ИО}}$ – общий количество уничтоженных строений, объектов, ед./год;
- $C_{\text{у}}^{\text{ИО}}$ – общий прямой ущерб от пожаров, руб./год;

3. Оценка рисков на территориях области за год (территориальные риски):

- риск для человека столкнуться с пожаром и его опасными факторами на i -й территории:

$$R_1^{\text{АТО}_i} = \frac{n_{\text{п}}^{\text{АТО}_i}}{N_{\text{нас}}^{\text{АТО}_i}} \text{пожар} \cdot \text{человек}^{-1}$$

- риск для человека погибнуть на одном пожаре за единицу времени на i -й территории:

$$R_2^{\text{АТО}_i} = \frac{N_{\text{г}}^{\text{АТО}_i}}{n_{\text{п}}^{\text{АТО}_i}} \text{жертва} \cdot \text{пожар}^{-1}.$$

- риск гибели людей (риск для отдельного человека погибнуть от опасных факторов пожара в единицу времени на i -й территории):

$$R_3^{\text{АТО}_i} = R_1^{\text{АТО}_i} \cdot R_2^{\text{АТО}_i} = \frac{N_{\text{г}}^{\text{АТО}_i}}{N_{\text{нас}}^{\text{АТО}_i}} \text{жертва} \cdot \text{человек}^{-1}.$$

- риск для человека получить травму в результате пожара в единицу времени на i -й территории:

$$R_{\text{тр}}^{\text{АТО}_i} = \frac{N_{\text{тр}}^{\text{АТО}_i}}{N_{\text{нас}}^{\text{АТО}_i}} \text{жертва} \cdot \text{человек}^{-1}.$$

- риск возникновения пожара в единицу времени на объекте на i -й территории:

$$R_{\text{вп}}^{\text{АТО}_i} = \frac{n_{\text{п}}^{\text{АТО}_i}}{n_{\text{об}}^{\text{АТО}_i}} \text{пожар} \cdot \text{объект}^{-1}.$$

- риск уничтожения строений, объектов техносферы при пожаре в единицу времени на i -й территории:

$$R_{\text{ус}}^{\text{АТО}_i} = \frac{n_{\text{ус}}^{\text{АТО}_i}}{n_{\text{п}}^{\text{АТО}_i}} \text{объект} \cdot \text{пожар}^{-1}.$$

- риск прямого материального ущерба от пожаров в единицу времени на i -й территории

$$R_{\text{у}}^{\text{АТО}_i} = \frac{C_{\text{у}}^{\text{АТО}_i}}{n_{\text{п}}^{\text{АТО}_i}} \text{руб.} \cdot \text{пожар}^{-1}.$$

4. Оценка аналогичных рисков по субъекту в целом (Иркутская область):

$$R_1^{\text{ИО}} = \frac{n_{\text{п}}^{\text{ИО}}}{N_{\text{нас}}^{\text{ИО}}} \text{пожар} \cdot \text{человек}^{-1};$$

$$R_2^{\text{ИО}} = \frac{N_{\text{г}}^{\text{ИО}}}{n_{\text{п}}^{\text{ИО}}} \text{жертва} \cdot \text{пожар}^{-1};$$

$$R_3^{\text{ИО}} = R_1^{\text{ИО}} \cdot R_2^{\text{ИО}} \text{жертва} \cdot \text{человек}^{-1};$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{ИО}} = \frac{N_{\text{тр}}^{\text{ИО}}}{N_{\text{нас}}^{\text{ИО}}} \text{жертва} \cdot \text{человек}^{-1};$$

$$R_{\text{вп}}^{\text{ИО}} = \frac{n_{\text{п}}^{\text{ИО}}}{n_{\text{об}}^{\text{ИО}}} \text{пожар} \cdot \text{объект}^{-1};$$

$$R_{\text{ус}}^{\text{ИО}} = \frac{n_{\text{ус}}^{\text{ИО}}}{n_{\text{п}}^{\text{ИО}}} \text{объект} \cdot \text{пожар}^{-1};$$

$$R_{\text{у}}^{\text{ИО}} = \frac{C_{\text{у}}^{\text{ИО}}}{n_{\text{п}}^{\text{ИО}}} \text{руб.} \cdot \text{пожар}^{-1}$$

Для области все необходимые для расчётов значения берутся суммированием соответствующих показателей по территориям.

5. На основе полученных рисков вычисляются парные интегральные пожарные риски:

– парный интегральный риск гибели людей на пожаре на i -й территории области:

$$\Pi_{R_3}^{\text{АТО}_i} = \frac{R_3^{\text{АТО}_i}}{R_3^{\text{ИО}}} ;$$

– парный интегральный риск травмирования людей на пожаре на i -й территории:

$$\Pi_{R_{\text{тр}}}^{\text{АТО}_i} = \frac{R_{\text{тр}}^{\text{АТО}_i}}{R_{\text{тр}}^{\text{ИО}}} ;$$

– парный интегральный риск возникновения пожара на i -й территории:

$$\Pi_{R_{\text{вп}}}^{\text{АТО}_i} = \frac{R_{\text{вп}}^{\text{АТО}_i}}{R_{\text{вп}}^{\text{ИО}}} ;$$

– парный интегральный риск уничтожения строений, объектов техносферы на i -й территории:

$$\Pi_{R_{\text{ус}}}^{\text{АТО}_i} = \frac{R_{\text{ус}}^{\text{АТО}_i}}{R_{\text{ус}}^{\text{ИО}}} ;$$

– парный интегральный пожарный риск прямого материального ущерба от пожаров на объектах техносферы:

$$\Pi_{R_y}^{\text{АТО}_i} = \frac{R_y^{\text{АТО}_i}}{R_y^{\text{ИО}}} .$$

6. Вычисление комплексного показателя пожарной опасности в i -м АТО области:

$$K_{\text{Рп}}^{\text{АТО}_i} = \frac{\Pi_{R_3}^{\text{АТО}_i} + \Pi_{R_{\text{тр}}}^{\text{АТО}_i} + \Pi_{R_{\text{вп}}}^{\text{АТО}_i} + \Pi_{R_{\text{ус}}}^{\text{АТО}_i} + \Pi_{R_y}^{\text{АТО}_i}}{5} , \quad (1)$$

7. Отнесение ситуации к одному из уровней пожарной опасности в i -м АТО согласно неравенствам [19, 20]:

1-й уровень:	$K_{\text{Рп}}^{\text{АТО}_i} > 2$	– чрезвычайный;
2-й уровень:	$1 < K_{\text{Рп}}^{\text{АТО}_i} \leq 2$	– высокий;
3-й уровень:	$0,5 < K_{\text{Рп}}^{\text{АТО}_i} \leq 1$	– средний;
4-й уровень:	$0 \leq K_{\text{Рп}}^{\text{АТО}_i} \leq 0,5$	– низкий.

Содержательно, уровень $K_{\text{Рп}}^{\text{АТО}_i} = 1$ означает, что вышеуказанный комплекс рисков на территории примерно равен рискам по субъекту в целом (при равенстве этих рисков парный риск равен единице). Соответственно, чрезвычайный уровень означает в два раза больший риск на территории, чем аналогичный риск по субъекту, а низкий – в два раза меньший.

Однако для ИО, как станет видно впоследствии, вместо указанной системы градаций лучше использовать следующую:

$$0 \leq K_{\text{Рп}}^{\text{АТО}_i} \leq 0,5 ,$$

– уровень низкий (риски в два и более раза ниже, чем по субъекту в целом).

$$0,5 < K_{\text{Рп}}^{\text{АТО}_i} \leq 1 ,$$

– уровень приемлемый (риски не более чем в два раза ниже, чем по субъекту в целом).

$$1 < K_{\text{РП}}^{\text{АТО}_i} \leq 2,$$

– повышенный (риски не более чем в два раза выше, чем по субъекту в целом);

$$2 < K_{\text{РП}}^{\text{АТО}_i} \leq 4,$$

– высокий (риски более чем в два, но менее, чем в четыре раза превышают сумму рисков по субъекту);

$$4 < K_{\text{РП}}^{\text{АТО}_i},$$

– чрезвычайный уровень пожарной опасности (территориальные риски в четыре и более раз превышают риски по субъекту; такой уровень можно считать аномальным).

В целом это соответствует первому делению с тем отличием, что внутри чрезвычайного уровня выделен высокий. К сожалению, для ИО такое выделение имеет смысл.

Определим комплексные показатели пожарной опасности и соответствующие уровни для АТО ИО при пятиуровневой градации.

2. Расчёт комплексных показателей пожарной опасности (КППО) для АТО Иркутской области. В основу расчёта были положены данные, предоставленные ГУ МЧС России по ИО, а также органами государственной статистики ([21-23] и др.). Данные были собраны в таблице, фрагменты которых представлены в таблицах 1-7 в динамике за период 2010-2021 гг., всего 33 территории.

На их основе с использованием описанного подхода были рассчитаны парные риски и выведены значения КППО для каждого АТО за каждый год. Результаты представлены в таблице 8.

Уровни пожарной опасности выделены следующим образом:

	чрезвычайный - $K > 4$
	высокий - $2 < K \leq 4$
	повышенный $1 < K \leq 2$
	приемлемый $0,5 < K \leq 1$
	низкий $0 \leq K \leq 0,5$

Рис. 1. Уровни пожарной опасности и их представление в таблице 8

Как видно из таблицы 8, типичный уровень пожарной опасности для территорий области – повышенный. Это, в частности, видно по средним значениям показателя для каждого года и за весь изученный период по каждой территории. В среднем за весь период наиболее благоприятная обстановка с пожарами наблюдалась на территориях Баяндаевского ($K_{\text{ср}}=1$) и Боханского районов ($K_{\text{ср}}=0,98$), г. Братска и Братского района ($K_{\text{ср}}=0,96$), г. Иркутска и Иркутского района ($K_{\text{ср}}=0,76$), а также Осинского района ($K_{\text{ср}}=0,96$). При этом наименьший КППО в среднем за период в г. Иркутске и Иркутском районе.

Три и более событий высокого и чрезвычайного значений КППО отмечаются в Зиминском, Казачинско-Ленском, Катангском, Киренском и Ольхонском АТО. При этом в Ольхонском районе уровень пожарной опасности высок и по среднему показателю: $K_{\text{ср}}=2,06$. Казачинско-Ленское, Катангское и Киренское АТО демонстрируют максимальный среди территорий разброс показателей: от 0,4 до 4,08 в Казачинско-Ленском; от 0,38 до 4,25 в Катангском; от 0,01 до 6,27 в Киренском и АТО (наибольший разброс показателей). Причём Казачинско-Ленское АТО демонстрирует высокие значения КППО в 2019-2021 годы (в 2-4 раза выше чем в целом по области!). Все остальные территории показывают в среднем повышенный уровень пожарной опасности. Из территорий с повышенным уровнем пожарной опасности, но присутствием заметной доли низкого и приемлемого показателей за изученный период можно отнести Балаганское (5/12), Нижнеилимское (5/12) и Нукутское (6/12) административно-территориальные образования.

Таблица 1. Численность населения тыс.чел. по территориям ИО

АТО ИО	2010	2011	2012	2013	2014	2015	...	2021
Аларский	21,4	21,4	21,4	21	20,8	20,8	...	20,5
Ангарский	244,4	258,1	244,4	253,2	250,7	248,3	...	237,1
Балаганский	9,1	9,1	9	8,9	8,8	8,6	...	8,4
...
Всего:	2334,6	2345,2	2344,2	2339,5	2336,7	2331,4	...	2199,4

Таблица 2. Объектов техносферы по территориям ИО

АТО ИО	2010	2011	2012	2013	2014	2015	...	2021
Аларский	6104	6179	6288	6379	6408	6449	...	7139
Ангарский	56502	56911	57125	57372	57561	57744	...	59349
Балаганский	5327	5440	5522	5629	5717	5807	...	6222
...
Всего:	1208091	1214855	1221255	1226987	1233669	1239318	...	1268019

Таблица 3. Количество пожаров по территориям ИО

АТО ИО	2010	2011	2012	2013	2014	2015	...	2021
Аларский	42	40	39	42	47	49	...	56
Ангарский	202	200	216	204	196	178	...	292
Балаганский	18	16	13	13	12	25	...	21
...
Всего:	3898	3730	3570	3352	3344	3171	...	6238

Таблица 4. Погибло в пожарах по территориям ИО

АТО ИО	2010	2011	2012	2013	2014	2015	...	2021
Аларский	2	1	2	4	2	3	...	2
Ангарский	19	10	12	23	13	10	...	14
Балаганский	4	0	1	1	0	0	...	0
...
Всего:	311	264	260	248	246	217	...	177

Таблица 5. Травмировано при пожарах по территориям ИО

АТО ИО	2010	2011	2012	2013	2014	2015	...	2021
Аларский	2	0	0	2	0	2	...	0
Ангарский	24	20	27	25	19	20	...	24
Балаганский	0	0	0	0	0	0	...	1
...
Всего:	261	238	248	218	250	205	...	196

Таблица 6. Уничтожено объектов, строений при пожарах по территориям ИО

АТО ИО	2010	2011	2012	2013	2014	2015	...	2021
Аларский	15	10	9	10	7	45	...	41
Ангарский	46	41	41	48	42	24	...	75
Балаганский	11	4	2	6	8	12	...	12
...
Всего:	718	711	577	685	692	846	...	1739

Таблица 7. Прямой ущерб млн.руб. по территориям ИО в ценах 2010 г.

АТО ИО	2010	2011	2012	2013	2014	2015	...	2021
Аларский	1,54	0,60	0,66	0,55	0,18	0,14	...	1,02
Ангарский	68,50	36,86	45,14	67,96	14,36	7,13	...	55,03
Балаганский	0,33	0,89	0,68	3,46	0,13	0,10	...	2,34
...
Всего:	454,01	811,60	227,57	332,95	170,58	33,48	...	176,19

Наиболее сложная обстановка с пожарами в Ольхонском районе: ни одного «благополучного» года за весь период и заметная доля высокого и чрезвычайного уровней пожарной опасности (4/12). Все остальные территории показывают промежуточные результаты. В целом за изученный период средний КППО по области держится в пределах 1,14÷1,37, – повышенный (таблица 8, рисунок 2). На рисунке 3 также представлена гистограмма числа событий чрезвычайного, высокого, приемлемого и низкого КППО за этот период. Очевидно явное преобладание повышенных значений.



Рис.2. Максимальное, минимальное и среднее значения КППО по области за 2010-2021 гг.

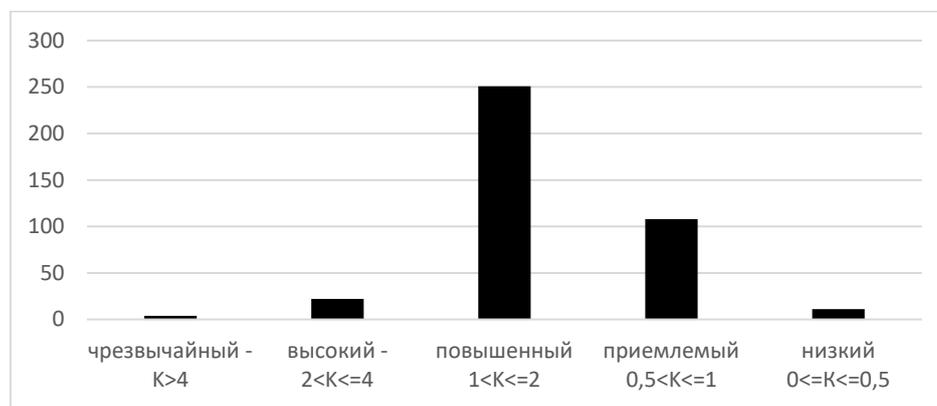


Рис.3. Количество событий чрезвычайного, высокого, повышенного, приемлемого и низкого значений КППО по области за 2010-2021 гг.

Анализ, выполняемый на основе (1), опирается на вычисления парных интегральных рисков как отношения риска на территории в заданном году к областному риску этого же года. Это позволяет оценить положение территории на фоне области в каждом году, но плохо подходит для изучения динамики изменения парных рисков. Представляется, что для оценки динамики целесообразно рассчитывать парные риски, беря за базу (знаменатель для парного интегрального пожарного риска) областные риски стартового – 2010-го года. Подобный расчёт был проведён, результаты представлены в таблице 9.

Такой расчёт покажет, как годовые риски изменяются со временем по отношению именно к стартовому году.

Таблица 8. КПО по территориям ИО

АТО ИО	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Среднее
Аларский	1,18	0,78	0,93	1,31	0,88	1,86	1,41	1,58	1,72	1,84	1,33	1,22	1,34
Ангарский	1,34	0,83	1,45	1,54	0,99	1,37	0,86	0,67	0,90	1,02	1,93	2,09	1,25
Балаганский	1,56	0,51	0,72	1,37	0,84	0,77	0,72	1,11	1,02	1,56	1,30	1,60	1,09
Баяндаевский	0,43	0,96	0,99	1,16	1,27	0,54	0,92	1,12	0,78	1,23	1,21	1,38	1,00
Бодайбинский	1,29	1,41	2,04	1,09	2,49	1,34	1,19	0,97	0,53	1,64	0,66	1,69	1,36
Боханский	0,98	0,99	0,82	1,08	0,86	0,81	0,95	0,74	1,41	1,04	0,91	1,20	0,98
Братский	0,91	0,88	1,08	1,01	0,94	0,93	0,93	0,97	1,11	0,82	0,81	1,06	0,96
Жигаловский	1,09	0,78	1,65	1,96	1,12	1,61	0,79	2,04	0,59	1,63	0,75	0,79	1,23
Заларинский	1,44	1,06	1,40	0,73	0,91	1,37	1,31	1,11	1,03	2,32	0,93	1,72	1,28
Зиминский	1,51	0,99	1,11	1,41	1,54	1,20	1,30	2,29	2,52	1,27	1,58	2,34	1,59
Иркутский	0,82	1,03	0,62	0,64	0,65	0,74	0,83	0,75	0,71	0,90	0,73	0,70	0,76
Казачинско-Ленский	1,59	1,53	1,10	1,00	1,43	0,86	0,71	0,66	0,40	2,32	4,08	2,95	1,55
Катангский	1,16	0,58	0,94	3,27	4,25	0,38	0,58	1,22	1,39	0,63	0,52	2,87	1,48
Качугский	1,03	1,01	1,02	1,43	1,30	1,28	1,68	0,98	1,03	0,78	0,77	1,23	1,13
Киренский	2,05	1,57	1,49	1,42	1,42	0,58	1,19	6,27	2,87	0,01	1,05	1,76	1,81
Куйтунский	0,86	1,21	1,19	1,18	1,76	1,51	1,25	1,22	0,83	1,57	1,13	1,29	1,25
Мамско-Чуйский	0,52	1,04	0,83	2,62	0,71	0,44	2,38	1,89	0,06	0,25	0,33	1,36	1,04
Нижнеилемский	0,98	1,32	1,32	1,18	1,16	1,78	0,43	0,29	0,96	1,37	1,11	0,83	1,06
Нижнеудинский	1,34	1,22	1,48	1,07	1,46	1,34	1,08	0,97	1,83	1,19	1,21	1,43	1,30
Нукутский	0,54	1,11	1,29	0,84	0,99	1,04	0,89	1,19	0,84	1,43	1,07	0,96	1,02
Ольхонский	1,49	1,03	1,92	3,14	1,61	2,02	1,04	1,11	3,52	5,32	1,21	1,37	2,06
Осинский	1,46	1,22	1,43	0,88	0,73	0,71	0,57	1,30	1,08	0,62	0,78	0,77	0,96
Слюдянский	1,06	1,53	1,03	1,28	1,23	1,17	1,39	1,41	1,27	1,27	1,10	1,23	1,25
Тайшетский	1,26	1,18	1,36	1,19	1,29	1,11	0,96	1,02	1,25	1,28	1,19	1,02	1,18
Тулунский	0,90	1,19	1,48	1,22	1,30	1,37	1,90	1,09	0,79	1,10	1,00	1,22	1,21
Усольский	1,92	1,73	1,60	1,72	1,69	1,66	1,56	1,77	1,16	1,48	1,31	1,19	1,57
Усть-Илимский	1,09	1,35	1,01	1,18	1,16	0,94	0,95	1,23	1,16	0,96	1,37	1,34	1,15
Усть-Кутский	1,38	0,98	1,86	1,25	2,28	1,62	1,71	1,24	1,56	1,16	1,22	1,36	1,47
Усть-Удинский	1,46	1,16	1,02	0,76	0,67	1,02	0,75	0,39	1,02	2,12	2,85	0,74	1,16
Чунский	1,17	1,44	1,47	1,14	1,91	1,30	1,41	0,96	1,88	1,98	1,45	1,22	1,44
Черемховский	1,42	1,43	1,28	1,49	1,08	1,46	1,71	1,46	1,42	1,22	1,39	1,18	1,38
Шелеховский	1,18	1,65	1,53	1,28	1,57	1,61	1,60	1,12	0,92	1,02	0,98	1,06	1,29
Эхирит-Булагатский	1,04	1,00	1,36	1,11	1,82	0,57	1,18	1,26	1,04	0,98	1,39	1,05	1,15
Максимум	2,05	1,73	2,04	3,27	4,25	2,02	2,38	6,27	3,52	5,32	4,08	2,95	3,32
Минимум	0,43	0,51	0,62	0,64	0,65	0,38	0,43	0,29	0,06	0,01	0,33	0,70	0,42
Среднее	1,20	1,14	1,27	1,36	1,37	1,16	1,16	1,32	1,23	1,37	1,23	1,37	1,26

С учётом динамики в число территорий с приемлемым средним КППО вошли Ангарское и Нижнеилимское АТО, однако «вышли» Баяндаевское и Осинское; Боханское, Братское и Иркутское остались. В «зелёной зоне» по среднему показателю также присутствует Мамско-Чуйское АТО, но с одним неблагоприятным событием в 2013 г.

Наименьший средний КППО по области всё так же в г. Иркутске и Иркутском районе.

Три и более событий высокого и чрезвычайного КППО по-прежнему отмечаются в Зиминском, Казачинско-Ленском, Киренском и Ольхонском АТО. Катангский из этого перечня вышел. При этом в Ольхонском районе наблюдается выход из «красной зоны» и переход в «жёлтую» по среднему за период 2010-2021 гг, что говорит о положительной в целом динамике обстановки с пожарами на этой территории. Исчез здесь и чрезвычайный уровень 2019 г., что также говорит о том, что данный год выглядел для Ольхонского района чрезвычайным по сравнению с общей обстановкой в области, но является не более чем годом высокой пожарной опасности, если сравнивать его с 2010-м.

Максимальный разброс показателя демонстрирует теперь только Киренское АТО (от 0,01 до 5,37). На остальных территориях обстановка более ровная. Казачинско-Ленское АТО и здесь демонстрирует высокий уровень тревоги за 2019-2021 г.

Наконец, выросло количество территорий хотя и с повышенным средним значением КППО, но относительно большей долей спокойных периодов («зелёная» и «голубая» зоны), когда уровень показателя не превысил областной от 2010 г. Сюда вошли АТО: Балаганское (6/12), Баяндаевское (7/12), Бодайбинское (6/12), Жигаловское (5/12), Качугское (7/12), Нукутское (5/12), Осинское (6/12), Тайшетское (5/12). Всё это говорит о том, что хотя обстановка с пожарами по области непростоя, в динамике она изменяется в лучшую сторону. Это же иллюстрируют и значения комплексных показателей в среднем по территориям области (см. рис. 4 и 5).

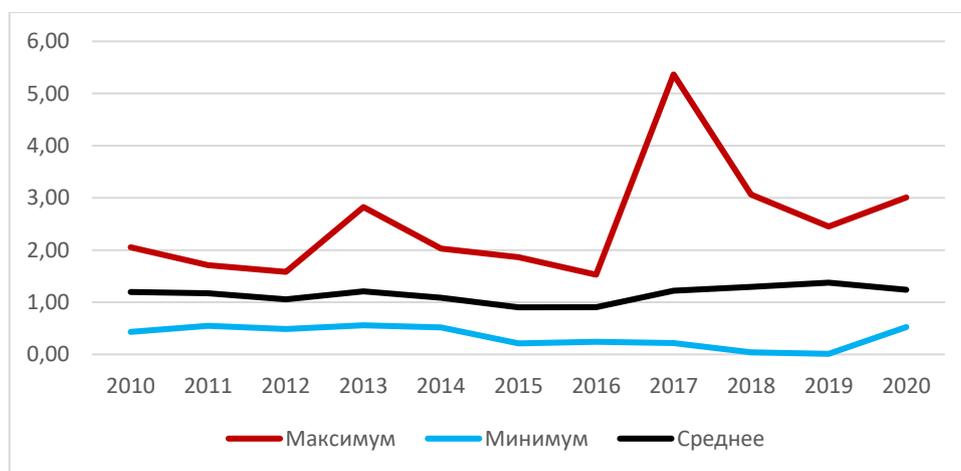


Рис.4. Приведённые к 2010 г. максимальное, минимальное и среднее значения КППО по территориям ИО

Несмотря на несколько лучшие показатели в динамике, общая ситуация – преобладание территорий с повышенным уровнем пожарной опасности – сохраняется неизменной (рисунок 5). Как представляется, такой уровень пожарной опасности обусловлен высокой долей деревянной застройки и продолжительным зимним (то есть отопительным) периодом в области при дефиците или полном отсутствии средств противопожарной защиты в квартирах и домовладениях (от 70 до 80% пожаров приходится на жилой сектор [11, 24]), однако вопрос требует дополнительного изучения.

Таблица 9. КППО по территориям ИО в динамике для базового 2010 г.

АТО ИО	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Среднее
Аларский	1,18	0,77	0,80	1,15	0,77	1,86	1,46	1,55	2,67	1,92	1,50	1,46	1,42
Ангарский	1,34	0,95	1,07	1,36	0,78	0,61	0,59	0,56	0,94	0,97	1,25	1,18	0,97
Балаганский	1,56	0,55	0,57	1,27	0,87	0,79	0,73	0,85	1,68	1,47	1,07	1,23	1,05
Баяндаевский	0,43	1,00	0,88	1,08	0,96	0,51	0,99	1,14	1,34	1,39	1,09	1,47	1,02
Бодайбинский	1,29	1,52	1,58	0,97	1,41	0,60	0,69	0,86	0,37	1,55	0,78	1,48	1,09
Боханский	0,98	0,97	0,64	0,93	0,71	0,70	0,86	0,92	1,43	1,16	1,12	1,35	0,98
Братский	0,91	0,88	0,93	0,91	0,85	0,69	0,71	0,95	1,06	0,95	0,89	1,14	0,90
Жигаловский	1,09	0,72	1,43	1,73	1,09	1,26	0,62	1,65	0,78	1,72	0,84	0,96	1,16
Заларинский	1,44	1,22	1,12	0,68	0,80	1,23	0,85	1,37	1,33	2,15	1,07	1,68	1,24
Зиминский	1,51	1,03	0,94	1,26	1,27	1,14	1,16	3,93	2,00	1,35	1,58	2,12	1,61
Иркутский	0,82	1,47	0,49	0,56	0,51	0,51	0,58	0,52	0,92	0,76	0,60	0,65	0,70
Казахинско-Ленский	1,59	1,49	0,94	0,94	1,08	0,60	0,61	0,48	0,45	2,15	3,01	2,47	1,32
Капангский	1,16	0,64	0,83	2,83	1,89	0,21	0,66	0,80	1,58	0,99	0,76	2,25	1,22
Качугский	1,03	1,07	0,83	1,26	0,94	0,90	1,25	0,90	0,90	0,97	0,98	1,20	1,02
Киренский	2,05	1,49	1,25	1,27	1,32	0,38	1,07	5,37	2,15	0,01	1,34	1,82	1,63
Куйтунский	0,86	1,25	0,94	1,03	1,55	1,12	0,94	1,10	1,05	1,66	1,34	1,39	1,19
Мамеко-Чуйский	0,52	0,98	0,70	2,26	0,64	0,49	1,43	1,29	0,04	0,41	0,52	1,40	0,89
Нижнеилимский	0,98	1,32	1,14	1,09	0,86	1,15	0,24	0,22	1,16	1,37	1,17	0,94	0,97
Нижнеудинский	1,34	1,17	1,24	0,98	1,21	1,20	0,89	0,97	1,52	1,37	1,37	1,45	1,23
Нукутский	0,54	1,21	1,13	0,75	0,98	1,01	0,86	1,24	1,00	1,49	1,15	1,12	1,04
Ольхонский	1,49	1,00	1,55	2,67	1,44	1,48	0,95	0,89	3,06	2,45	1,15	1,30	1,62
Осинский	1,46	1,42	1,24	0,83	0,69	0,62	0,47	1,09	1,30	0,96	0,99	1,00	1,01
Слюдянский	1,06	1,50	0,91	1,11	1,03	0,94	1,03	1,14	1,08	1,45	1,12	1,06	1,12
Тайшетский	1,26	1,17	1,14	1,05	0,99	0,81	0,57	0,88	1,29	1,43	1,13	0,97	1,06
Тулунский	0,90	1,20	1,29	1,10	1,10	1,09	1,53	0,96	0,89	1,44	1,24	1,35	1,17
Усольский	1,92	1,71	1,40	1,47	1,44	1,41	1,28	1,69	1,23	1,73	1,48	1,31	1,51
Усть-Илимский	1,09	1,33	0,88	1,02	1,02	0,80	0,80	1,06	1,39	1,25	1,39	1,40	1,12
Усть-Кутский	1,38	1,04	1,51	1,13	2,03	1,16	1,16	0,99	1,78	1,62	1,54	1,59	1,41
Усть-Удинский	1,46	1,15	0,87	0,69	0,62	0,69	0,52	0,44	1,21	1,46	2,25	0,97	1,03
Чунский	1,17	1,46	1,19	1,01	1,21	0,85	0,91	1,00	1,75	1,78	1,42	1,22	1,25
Черемховский	1,42	1,35	1,10	1,32	0,95	1,36	1,42	1,50	1,29	1,58	1,44	1,30	1,34
Шелеховский	1,18	1,63	1,27	1,15	1,28	1,30	1,21	1,01	0,90	1,22	1,15	1,17	1,21
Эхирит-Булагатский	1,04	1,00	1,08	1,03	1,58	0,39	0,81	1,05	1,18	1,23	1,14	0,99	1,04
Максимум	2,05	1,71	1,58	2,83	2,03	1,86	1,53	5,37	3,06	2,45	3,01	2,47	2,50
Минимум	0,43	0,55	0,49	0,56	0,51	0,21	0,24	0,22	0,04	0,01	0,52	0,65	0,37
Среднее	1,20	1,17	1,06	1,21	1,09	0,91	0,90	1,22	1,29	1,38	1,24	1,35	1,17

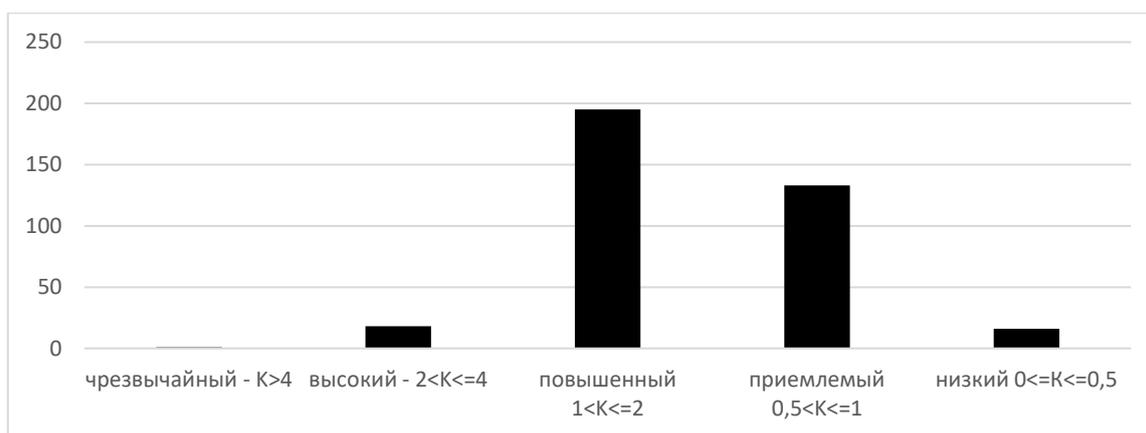


Рис. 5. Приведённое к 2010 г. количество событий чрезвычайного, высокого, повышенного, приемлемого и низкого значений КПО по ИО за период 2010-2021 гг.

В завершение отметим, что при вычислении рисков, связанных с ущербом от пожаров, дополнительно была учтена инфляция за 2010-2021 г. [25]. То есть ущерб считался в сопоставимых ценах. Одним из соавторов статьи (Сафонов С.В.) разработан программный комплекс, позволяющий выполнять эти и другие виды анализов.

Заключение. На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы.

1. Использование комплексного показателя пожарной опасности территории, предложенного в ИРННТУ, позволяет определить её «рейтинг» по отношению к другим территориям на данный год.

2. Для оценки изменения пожарной опасности на территории за многолетний период в динамике можно использовать формулу (1), беря за базу областные риски некоторого стартового года. (в данном случае 2010-го) и отслеживая изменения территориальных рисков по отношению к нему. В случае Иркутской области это несколько улучшает картину, но общая оценка ситуации – преобладание повышенного уровня пожарной опасности в административно-территориальных образованиях, – остаётся прежней.

3. Высокий уровень пожарной опасности по территориям области предположительно связан с высокой долей деревянной застройки, продолжительным отопительным периодом, а также отсутствием или дефицитом средств противопожарной защиты в жилом секторе (до 80% пожаров приходится на него). Однако это лишь гипотеза, которая требует дополнительного изучения.

Список источников

1. Сметанкина Г.И. Профилактика пожаров как стратегия развития МЧС России / Г.И. Сметанкина, В.В. Кузнецов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – Воронеж: ВИ ГПС МЧС России, 2015. – Т. 1. – № 1(6). – С. 26-29.
2. Яковлев В.А. Основные аспекты обеспечения пожарной безопасности в техносфере / В.А. Яковлев // Международный научно-исследовательский журнал, 2020. – № 11 (101). – Часть 1. Ноябрь. – С. 78-84. DOI: 10.23670/IRJ.2020.101.11.012.
3. Профилактика пожаров – одна из главных задач сотрудников МЧС России. – URL: <https://78.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4396434> (дата обращения: 12.05.2023).
4. ГОСТ Р 22.10.02–2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций. – М.: Стандартинформ, 2016. – 7 с.
5. Харченко С.Г. Ретроспектива международного опыта анализа рисков / С.Г. Харченко, Р.В. Ананьева // Международная экономика, 2008. – № 6. – С. 61-69.
6. Белов П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование / П.Г. Белов. – М.: Юрайт, 2014. – 728 с.
7. Махутов Н.А. Безопасность и риски: системные исследования и разработки / Н.А. Махутов. – Новосибирск: Наука, 2017. – 724 с.
8. Тимофеева С.С. Управление риском, системный анализ и моделирование: учеб. пособие. / С.С. Тимофеева, Е.А. Хамидулина. – Иркутск: Изд-во ИРННТУ, 2016. – 160 с.

9. Вишняков Я.Д. Общая теория рисков: учебное пособие / Я.Д. Вишняков, В.В. Овчинников. – М.: ГГУ, 2010. – 212 с.
10. Акатьев В.А. Производственная безопасность: учеб. пособие / В.А. Акатьев. – М.: Изд-во РГТУ, 2011. – 820 с.
11. Брушлинский Н.Н. Пожарная статистика: учеб. пособие / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, М.П. Григорьева. – М.: Академия МЧС России, 2017. – 108 с.
12. Брушлинский Н.Н. О понятии пожарного риска и связанные с ним понятия / Н.Н. Брушлинский // Пожарная безопасность, 1999. – № 3. – 84 с.
13. Брушлинский Н.Н. К вопросу о локальных и интегральных рисках / Н.Н. Брушлинский, Е.А. Клепко // Вестник Академии ГПС МЧС России, 2007. – № 6. – С. 93-96.
14. Попков С.Ю. Методика оценки пожарных рисков в городах и сельской местности России / С.Ю. Попков // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал, 2011, вып.5 (39). – 12 с. – URL: <http://agrs-2006.narod.ru/ttb/2011-5/04-05-11.ttb.pdf> (дата обращения: 08.06.2023)
15. Брушлинский Н.Н. Роль статистики пожаров в оценке пожарных рисков / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов // Проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях, 2012. – № 1. – С. 112-124.
16. Брушлинский Н.Н. Индивидуальный пожарный риск: понятие и вычисление / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2013. – № 5. – С. 30-41.
17. Брушлинский Н.Н. Современные проблемы обеспечения пожарной безопасности в России: монография. / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 178 с.
18. Седнев В.А. Безопасность жизнедеятельности / В.А. Седнев, С.И. Воронов, А.В. Баринов [и др.]. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – 303 с.
19. Гармышев В.В. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне / В.В. Гармышев, Д.В. Дубровин // XXI век. Техносферная безопасность, 2019. – Т. 4. – № 1. – С. 38-61.
20. Тимофеева С.С. Оценка техногенных и пожарных рисков Байкальского региона: монография / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2019. – 184 с.
21. Материалы анализа оперативно-служебной деятельности государственного пожарного надзора Иркутской области. Статистические сборники за 2010 - 2021 годы. – Иркутск: ГУ МЧС России по Иркутской области, 2010-2021 гг.
22. Государственные доклады «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» в 2010 - 2021 гг. – М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2010 - 2021 гг.
23. Официальная статистика. Базы данных. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области, 2021. – URL: <http://irkutskstat.gks.ru> (дата обращения: 13.05.2023).
24. Методические рекомендации по формам и методам работы по предупреждению пожаров в жилом секторе. ГУ МЧС России по Республике Коми. Управление надзорной деятельности. – 22 с. – URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1683888089&tld=ru&lang=ru&name=Metodicheskie-rekomendazii-po-profilaktike-pogharov-v-ghilom-sektore.docx&text=профилактика%20как%20способ%20уменьшения%20пожаров&url=http%3A%2F%2Fwww.mrk11.ru%2Fcontent%2Fnews%2F70%2FMethodicheskie-rekomendazii-po-profilaktike-pogharov-v-ghilom-sektore.docx/> (дата обращения: 13.05.2023).
25. Инфляция в России по годам: 1991 - 2023. – URL: <http://global-finances.ru/inflyatsiya-v-rossii-po-godam> (дата обращения: 13.05.2023).

Аршинский Леонид Владимович. Д.т.н., доцент, профессор кафедры «Информационные системы и защита информации» Иркутского государственного университета путей сообщения, Author ID: 520252; SPIN: 9286-4084; ORCID: 0000-0001-5135-7921, larsh@mail.ru, Россия, Иркутск, Чернышевского, 15.

Гармышев Владимир Викторович. К.т.н., доцент, доцент кафедры промэкологии и безопасности жизнедеятельности Иркутского национального исследовательского технического университета, Author ID: 295422; SPIN: 9577-9080; ORCID: 0000-0003-0353-035X, diamant1959@mail.ru, Россия, Иркутск, Лермонтова, 83.

Михеев Максим Сергеевич. Магистрант кафедры «Информационные системы и защита информации» Иркутского государственного университета путей сообщения, Россия, Иркутск, Чернышевского, 15.

Сафонов Сергей Викторович. Магистрант кафедры «Информационные системы и защита информации» Иркутского государственного университета путей сообщения, Россия, Иркутск, Чернышевского, 15.

UDC 519.257+614.849

DOI:10.25729/ESI.2023.30.2.011

Calculation of a complex fire hazard indicator in the administrative territories of the Irkutsk region

Leonid V. Arshinskiy¹, Vladimir V. Garmyshev², Maksim S. Mikheev¹, Sergey V. Saphonov¹

¹Irkutsk State Transport University, Russia, Irkutsk, *larsh@mail.ru*

²Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk

Abstract. The situation with fires in the Irkutsk region in 2010–2021 is considered. The analysis was carried out with the help of a comprehensive fire hazard indicator, which allows assessing the situation on the territory relative to the level of fire danger for the subject as a whole (Irkutsk region). The most and least prosperous territories are marked. It is shown that the main part of the territories is characterized by an increased level of fire danger, and some territories in some years are high and extreme. Since the complex indicator used for calculations characterizes the situation in statics, it is proposed to perform a similar calculation relative to the base year 2010 to assess the dynamics. It is shown that the dynamics of the situation looks somewhat better, but the changes are not fundamental. It is assumed that the high level of fire danger in the region is associated with a high proportion of wooden buildings and a long (more than six months) heating period with poor provision of fire protection facilities in the residential sector, where up to 80% of fires occur.

Keywords: fire hazard, fires, Irkutsk region, risks, complex fire hazard indicator

References

1. Smetankina G.I., Kuznetsov V.V. Profilaktika pozharov kak strategiya razvitiya MCHS Rossii [Fire prevention as a development strategy of the EMERCOM of Russia]. *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy* [Fire safety: problems and prospects]. Voronezh, VI GPS MCHS Rossii [Voronezh Institute of EMERCOM of Russia], 2015, vol. 1, no. 1(6), pp. 26-29.
2. Yakovlev V.A. Osnovnye aspekty obespecheniya pozharnoj bezopasnosti v tekhnosfere [The main aspects of fire safety in the technosphere]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Research Journal], 2020, no. 11(101), part 1. November, pp. 78-84. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.101.11.012>.
3. Profilaktika pozharov – odna iz glavnih zadach sotrudnikov MCHS Rossii [Fire prevention is one of the main tasks of the EMERCOM of Russia employees]. Available at: <https://78.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4396434> (accessed: 05/12/23).
4. GOST R 22.10.02–2016. Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Menedzhment riska chrezvychajnoj situacii. Dopustimyj risk chrezvychajnyh situacij [Safety in emergency situations. Emergency risk management. Acceptable risk of emergency situations]. Moscow, Standartinform, 2016, 7 p.
5. Harchenko S.G., Anan'eva R.V. Retrospektiva mezhdunarodnogo opyta analiza riskov [Retrospective of the international experience of risk analysis]. *Mezhdunarodnaya ekonomika* [International economics], 2008, no. 6, pp. 61-69.
6. Belov P.G. Upravlenie riskami, sistemnyj analiz i modelirovanie [Risk management, system analysis and modeling]. Moscow, YUrajt, 2014, 728 p.
7. Mahutov, N.A. Bezopasnost' i riski: sistemnye issledovaniya i razrabotki [Safety and risks: system research and development]. Novosibirsk, Nauka [Science], 2017, 724 p.
8. Timofeeva S.S., Hamidullina E.A. Upravlenie riskom, sistemnyj analiz i modelirovanie: ucheb. posobie [Risk management, system analysis and modeling: textbook]. Irkutsk, Izd-vo IRNITU [Publishing House IRNITU], 2016, 160 p.
9. Vishnyakov Y.D., Ovchinnikov V.V. Obshchaya teoriya riskov: uchebnoe posobie [General theory of risks: textbook]. Moscow, GGU, 2010, 212 p.
10. Akat'ev V.A. Proizvodstvennaya bezopasnost': ucheb. posobie [Industrial safety: textbook]. Moscow, RGTU, 2011, 820 p.
11. Brushlinskij N.N., Sokolov S.V., Grigor'eva M.P. Pozharnaya statistika: ucheb. posobie [Fire statistics: textbook]. Moscow, Akademiya MCHS Rossii [Academy of the EMERCOM of Russia], 2017, 108 p.
12. Brushlinskij N.N. O ponyatii pozharnogo riska i svyazannye s nim ponyatiya [On the concept of fire risk and related concepts]. *Pozharnaya bezopasnost'* [Fire safety], 1999, no. 3, 84 p.
13. Brushlinskij N.N., Klepko E.A. K voprosu o lokal'nyh i integral'nyh riskah [On the issue of local and integral risks]. *Vestnik Akademii GPS MCHS Rossii* [Bulletin of the Academy of State Fire Service of the EMERCOM of Russia], 2007, no. 6, pp. 93-96.

14. Popkov S.Yu. Metodika ocenki pozharnyh riskov v gorodah i sel'skoj mestnosti Rossii [Methodology for assessing fire risks in cities and rural areas of Russia]. Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. Internet-zhurnal [Technosphere safety technologies. Online journal], 2011, vol. 5 (39), 12 p., available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2011-5/04-05-11.ttb.pdf> (accessed: 06/08/23).
15. Brushlinskij N.N., Sokolov S.V. Rol' statistiki pozharov v ocenke pozharnyh riskov [The role of fire statistics in the assessment of fire risks]. Problemy bezopasnosti v chrezvychajnyh situacijah [Problems of safety in emergency situations], 2012, no. 1, pp. 112-124.
16. Brushlinskij N.N., Sokolov S.V. Individual'nyj pozharnyj risk: ponyatie i vychislenie [Individual fire risk: concept and calculation]. Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij [Safety and emergencies problems], 2013, no. 5. pp. 30-41.
17. Brushlinskij N.N., Sokolov S.V. Sovremennye problemy obespecheniya pozharnoj bezopasnosti v Rossii: monografiya [Modern problems of fire safety in Russia: monograph.]. Moscow, Akademiya GPS MCHS Rossii [Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia], 2014, 178 p.
18. Sednev V.A., et al. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti [Life safety], Moscow, Akademiya GPS MCHS Rossii [Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia], 2016, 303 p.
19. Garmyshev V.V. Dubrovin D.V. Sovremennye problemy pozharnoj bezopasnosti na regional'nom urovne [Modern problems of fire safety at the regional level]. XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost' [XXI century. Technosphere safety], 2019, v.4, no.1, pp. 38-61.
20. Timofeeva S.S., Garmyshev V.V. Ocenka tekhnogennyh i pozharnyh riskov Bajkal'skogo regiona: monografiya [Assessment of technogenic and fire risks of the Baikal region: monograph]. Irkutsk, Izd-vo IRNITU [Publishing House IRNITU], 2019, 184 p.
21. Materialy analiza operativno-sluzhebnoj deyatel'nosti gosudarstvennogo pozharnogo nadzora Irkutskoj oblasti. Statisticheskie sborniki za 2010 - 2021 gody [Materials of the analysis of operational and service activities of the state fire supervision of the Irkutsk region. Statistical collections for 2010-2021]. Irkutsk, GU MCHS Rossii po Irkutskoj oblasti [The EMERCOM of Russia in the Irkutsk region], 2010-2021.
22. Gosudarstvennye doklady «O sostoyanii zashchity naseleniya i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvychajnyh situacij prirodno i tekhnogennogo haraktera» v 2010 - 2021 gg. [State reports "On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies" in 2010 - 2021]. Moscow, MCHS Rossii [EMERCOM of Russia], 2010 - 2021.
23. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Irkutskoj oblasti, 2021 [Territorial department of the Federal State Statistics Service for the Irkutsk region, 2021]. Available at: <http://irkutskstat.gks.ru>.
24. Metodicheskie rekomendacii po formam i metodam raboty po preduprezhdeniyu pozharov v zhilom sektore. GU MCHS Rossii po Respublike Komi. Upravlenie nadzornoj deyatel'nosti [Methodological recommendations on the forms and methods of work on fire prevention in the residential sector. The EMERCOM of Russia in the Komi Republic. Management of Supervisory Activities]. 22 p., available at: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1683888089&tld=ru&lang=ru&name=Metodicheskie-rekomendazii-po-profilaktike-pogharov-v-ghilom-sektore.docx&text=профилактика%20как%20способ%20уменьшения%20пожаров&url=http%3A%2F%2Fwww.mrk11.ru%2Fcontent%2Fnews%2F70%2FMethodicheskie-rekomendazii-po-profilaktike-pogharov-v-ghilom-sektore.docx/>.
25. Inflyaciya v Rossii po godam: 1991 - 2023 [Inflation in Russia by year: 1991 - 2023]. Available at: <http://global-finances.ru/inflyatsiya-v-rossii-po-godam>

Arshinsky Leonid Vadimovich. Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department Information Systems and Information Security of Irkutsk State Transport University, Author ID: 520252; SPIN: 9286-4084; ORCID 0000-0001-5135-7921, larsh@mail.ru.

Garmyshev Vladimir Viktorovich. Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department Industrial Ecology and Life Safety of Irkutsk National Research Technical University, Author ID: 295422; SPIN: 9577-9080; ORCID: 0000-0003-0353-035X, diamant1959@mail.ru.

Mikheev Maxim Sergeevich. Master's student of the Department Information Systems and Information Security of the Irkutsk State Transport University.

Safonov Sergey Viktorovich. Master's student of the Department Information Systems and Information Security of the Irkutsk State Transport University.

Статья поступила в редакцию 30.05.2023; одобрена после рецензирования 09.06.2023; принята к публикации 16.06.2023.

The article was submitted 05/30/2023; approved after reviewing 06/09/2023; accepted for publication 06/16/2023.