

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2022.81.64.004

Моделирование взаимосвязей ресурсного обеспечения противопожарной службы Вьетнама

Минаев Владимир Александрович

Доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации; профессор кафедры
специальных информационных технологий,
Учебно-научный комплекс информационных технологий;
Московский университет МВД России им. В.Я. Кикотя,
117437, Российская Федерация, Москва, ул. Академика Волгина, 12;
e-mail: m1va@yandex.ru

Овсяник Александр Иванович

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры гражданской обороны,
защиты населения и территорий УНК ГЗ,
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
завкафедрой безопасности жизнедеятельности,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
125993, Российская Федерация, Москва, Ленинградский пр., 49;
e-mail: Ovsvyanik58@gmail.com

Кйеу Туан Ань

Адъюнкт,
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,
129301, Российская Федерация, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4;
e-mail: kieu3@gmail.com

Аннотация

Статья продолжает развитие указанных перспективных идей применительно к кадровым, материально-техническим, финансовым и иным ресурсам противопожарной службы. Недостаточная развитость системных исследований по данным направлениям сдерживает разработку эффективных методических и технологических решений по целенаправленному снижению пожарных рисков и ущербов от пожаров. Цели и задачи – выявление перспективных направлений в области моделирования пожарных рисков с учетом влияния на них ресурсного обеспечения противопожарной службы, а также построение системы практических моделей оптимального управления ее ресурсами с целью уменьшения напряженности пожарной обстановки. На основе теоретических и экспериментальных исследований определены зависимости обеспечения ресурсами различного типа от количества пожарных-бойцов в различных округах Вьетнама. На

основе полученных результатов разработана методика территориально-динамического распределения ресурсов противопожарной службы. Сделан вывод о ее научно-практической новизне по сравнению с существующими подходами. Результаты исследований представляют возможность, сопоставляя существующую административную структуру Вьетнама и результаты типологизации его территорий в однородные группы (кластеры) по пожарной обстановке, применять приведенные в статье расчеты для более эффективного и целенаправленного управления ресурсами противопожарной службы. Пожарные автомобили по административным округам Вьетнама могут быть распределены оптимальным образом в соответствии с прогнозными величинами пожарных-бойцов в стране и числом пожаров в округах. Другие ресурсы противопожарной службы целесообразно привязывать к вышеприведенным прогнозным расчетам, применяя либо традиционные нормативные оценки, либо новые алгоритмы, основанные на развитии модельных исследований.

Для цитирования в научных исследованиях

Минаев В.А., Овсяник А.И., Кйеу Туан Ань. Моделирование взаимосвязей ресурсного обеспечения противопожарной службы Вьетнама // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Том 12. № 2А. С. 266-275. DOI: 10.34670/AR.2022.81.64.004

Ключевые слова

Вьетнам, противопожарная служба, ресурсы, моделирование, оптимальное территориальное распределение.

Введение

В последние годы появился ряд работ, связанных с решением задач оптимального распределения кадровых ресурсов противопожарной службы с учетом территориальных различий пожарных рисков. Предложены аналитические зависимости, позволяющие минимизировать ущерб от пожаров при учете ограничений на ресурсное обеспечение указанной службы в рамках подходов теории активных систем [Минаев, Топольский, Чу Куок Минь, 2014, 2015; Минаев, Топольский, Дао Ань Туан, 2018; Минаев и др., 2018].

Учитывая связанность ресурсов различного вида с кадровым обеспечением противопожарной службы, построим модели территориального распределения иных ресурсов противопожарной службы, присущие Вьетнаму, характеризующемуся значительными вариациями пожарной обстановки [Минаев, Топольский, Дао Ань Туан, 2018].

Основная часть

Начнем с зависимости количества пожарных автомобилей от количества пожарных-бойцов (рис. 1), построенной на эмпирических данных Вьетнама.

Из рис. 1 следует, что зависимость количества пожарных автомобилей Fa_i от количества пожарных-бойцов R_i с высокой точностью (97%) подчиняется следующему соотношению:

$$Fa_i = 449 \cdot \ln R_i - 3392, \quad (1)$$

где $i = 1, 2, \dots, I$; I – количество лет наблюдения (в нашем случае – 15 лет).

Рассмотрение исследованной зависимости в масштабах каждого из шести административных округов Вьетнама, подтверждает выявленное логарифмическое соотношение между количеством пожарных автомобилей и количеством пожарных-бойцов.

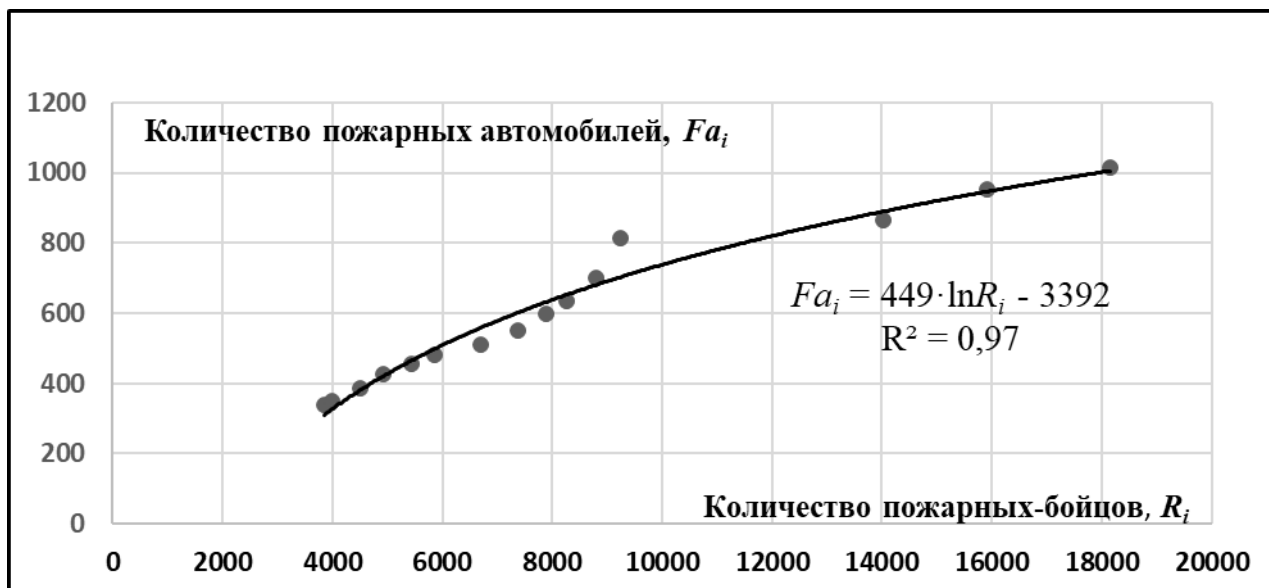


Рисунок 1 - Зависимость количества пожарных автомобилей от количества пожарных-бойцов во Вьетнаме (эмпирические данные обозначены кружками)

Из произведенных расчетов следует, что количество пожарных автомобилей в округе Дельта Хонгхи определяется из соотношения:

$$F1ai = 108 \cdot \ln Ri - 642 \quad (2)$$

где $i = 1, 2, \dots, I$; I – количество лет наблюдения (в нашем случае – 15 лет).

Применительно ко второму округу (Северный Мидлендс и горные провинции) исследуемая зависимость определяется соотношением:

$$F2ai = 55 \cdot \ln Ri - 2 \quad (3)$$

где количество лет наблюдения также равно 15, с коэффициентом детерминации, выраженном в процентах и равным 98%.

Еще выше коэффициент объясняемости той же зависимости в третьем округе – 99%. Таким образом, количество пожарных автомобилей от количества пожарных-бойцов в Центральном побережье зависит следующим образом:

$$F3ai = 97 \cdot \ln Ri - 5 \quad (4)$$

Также весьма высок коэффициент объясняемости указанной зависимости применительно к четвертому округу (Центральное нагорье) – 97%.

Количество пожарных автомобилей от количества пожарных-бойцов в округе Центральное нагорье зависит следующим образом:

$$F4ai = 29 \cdot \ln Ri - 1 \quad (5)$$

В пятом Юго-Восточном округе коэффициент объясняемости несколько снижается, продолжая оставаться достаточно высоким – 91%. При этом исследуемое соотношение описывается формулой:

$$F5ai = 78 \cdot \ln Ri - 4 \quad (6)$$

Наконец, применительно к шестому административному округу Вьетнама (Дельта Меконга) зависимость количества пожарных автомобилей от количества пожарных-бойцов достаточно хорошо описывается соотношением:

$$F6ai = 63 \cdot \ln Ri - 143, \quad (7)$$

с коэффициентом объясняемости, равном 92%.

Для решения практических задач территориального распределения пожарных автомобилей по административным округам Вьетнама и его провинциям в зависимости от количества пожарных-бойцов сведем все расчетные показатели в таблицу 1.

Заметим, что коэффициенты объясняемости для административных округов Вьетнама варьируются в диапазоне 91- 99%, для страны в целом – 97%.

Таблица 1 - Расчетные параметры зависимости количества пожарных автомобилей F_a^k от количества пожарных-бойцов R_k в округах Вьетнама

Округ	Общая зависимость $F_a^k = \alpha \cdot \ln R_k - \beta$		Объясняемость $R^2 \cdot 100\%$
	α	β	
1. Дельта Хонгхи	108	642	94%
2. Северный Мидлендс и горные провинции	55	295	98%
3. Центральное побережье	97	588	99%
4. Центральное нагорье	29	143	97%
5. Юго-Восточный	78	446	91%
6. Дельта Меконга	63	362	94%
Вьетнам в целом	449	3392	97%

Другие виды ресурсов, после детального исследования их взаимосвязи с кадровыми ресурсами, количеством пожарных автомобилей, имеет смысл распределять в соответствии с устоявшимися эмпирическими зависимостями, оправданными многолетним опытом планирования ресурсов в противопожарной службе, либо в пропорциональном отношении.

Далее смоделируем зависимость общей стоимости материально-технических средств службы пожарной безопасности от количества пожарных-бойцов применительно к Вьетнаму в целом (рис. 2).

Из рис. 2 следует, что зависимость общей стоимости материально-технических средств

службы пожарной безопасности S_i в тыс. долларов от количества пожарных-бойцов R_i во Вьетнаме с достаточно высокой точностью (96%) описывается формулой:

$$S_i = 7066 \cdot \ln R_i - 56033, \quad (8)$$

где $i = 1, 2, \dots, I$; I – количество лет наблюдения (в нашем случае – 10 лет).

Ориентируясь на выявленную зависимость между численностью пожарных-бойцов и стоимостью материально-технических средств, целесообразно использовать формулу (8) для обоснования распределения материально-технических ресурсов между территориальными службами пожарной безопасности административных округов Вьетнама.

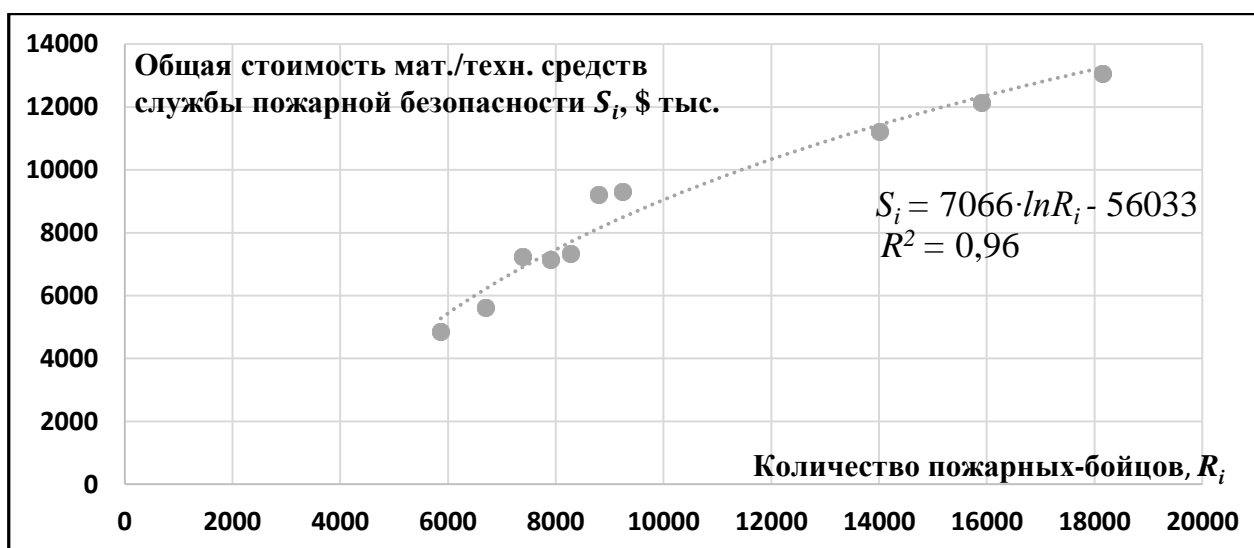


Рисунок 2 - Зависимость общей стоимости материально-технических средств службы пожарной безопасности Вьетнама от количества пожарных-бойцов (эмпирические данные обозначены кружками)

Для этого учтем результаты комплексной типологизации территорий Вьетнама на однородные кластеры, отличающиеся схожими пожарными рисками [там же], а также полученное в работе [Минаев, Топольский, Кйеу Туан Ань, 2019] оптимальное распределение пожарных бойцов между кластерами:

$$R_k = R \cdot \frac{F_k^{4/3}}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}}, \quad (9)$$

где F_k – количество пожаров в k -ом кластере в определенный период времени; $k=1, \dots, 5$; R – общее количество пожарных-бойцов в противопожарной службе страны.

Далее рассмотрим обоснованность отнесения условий деятельности противопожарной службы по пожарным рискам в округах в сравнении с выделенными в результате типологизации территорий Вьетнама однородными группами – кластерами.

В таблице 2 приведено распределение провинций округов Вьетнама по кластерам в результате решения задачи их комплексной кластеризации.

Таблица 2 - Распределение провинций округов Вьетнама по кластерам

№ округа	1	2	3	4	5	6	Всего
Кластеры							
Кластер 1	0	0	12	0	0	0	12
Кластер 2	0	12	0	0	0	0	12
Кластер 3	11	2	2	0	0	0	15
Кластер 4	0	0	0	0	6	13	19
Кластер 5	0	0	0	5	0	0	5
Всего	11	14	14	5	6	13	63

Итак, в результате комплексной кластеризации три кластера (первый, второй и пятый) формируются только из провинций одного округа.

К ним соответственно относятся Центральное побережье, Северный Мидлендс и горные провинции, а также Центральное нагорье. Третий кластер на 73% сформирован из провинций Дельты Хонгхи. Четвертый кластер на 68% состоит из провинций Дельты Меконга и на 32% из провинций Юго-Восточного округа.

Из анализа таблицы 2 можно сделать следующие выводы:

Кластеры первый, второй и пятый сформировались только из провинций одного округа, соответственно, провинций Центрального побережья, Северного Мидленса и горных провинций, а также Центрального нагорья. Для провинций, которые сгруппировались в указанных кластерах, характерны схожесть природных условий и климатических факторов, социально-экономического развития, пожарной обстановки и также ресурсного обеспечения противопожарной службы.

Третий кластер на три четверти состоит из провинций Дельты Хонгхи и на четверть – из соседних провинций Северного Мидлендса и горных провинций, а также Центрального побережья, которые имеют сходство как по природным и климатическим условиям, так и по показателям социально-экономического развития, характеристикам пожарной обстановки и ресурсам противопожарной службы.

Четвертый кластер, находящийся в южной части Вьетнама, состоит на 68% из провинций Дельты Меконга и примерно одной трети – из провинций Юго-Восточного округа.

Таким образом, характеризуя, по сути, единичные «перешедшие» в соседние кластеры провинции, отметим, что они:

- представляют приграничные с «принимающим» кластером районы, позволяя выделить компактные по пожарной обстановке территориальные образования;
- похожи по характеристикам с теми, которые изначально формируют основу кластеров.

В связи с вышесказанным рассмотрим провинции БакЗанг, ФуТхо (Северный Мидлендс и горные провинции), ТханьХоа, НгхеАн (Центральное побережье), «перешедшие» в третий кластер. Они схожи с интегральными характеристиками кластера в том, что:

- быстро развиваются в экономическом отношении (совершенствуется инфраструктура, создаются промышленные парки, развиваются транспортные связи с экономическим центром Севера – Ханоем);
- характеризуются одинаковыми погодными условиями;
- сравнимы по пожарной обстановке и ресурсам противопожарной службы среднестатистической провинции «принимающего» кластера.

Для четвертого кластера, куда добавлены шесть провинций Дельты Меконга, общими

являются:

- темпы экономического роста, которые в «пришедших» провинциях также высоки, как в «принимающем» кластере, активно развивается промышленность и ее высоко технологичный сектор;
- пожарная обстановка – наиболее опасная в стране, а ресурсы противопожарной службы – наиболее масштабны.

Итак, сопоставляя существующую административную структуру Вьетнама и результаты типологизации его территорий в однородные группы (кластеры) по пожарной обстановке, можно сделать вывод, что с незначительным допущением можно применять приведенные выше количественные расчеты к управлению ресурсами противопожарной службы традиционную систему ее окружных управлений.

Исходя из распределения, приведенного в таблице 2, применительно к первому округу Вьетнама (Дельта Хонгхи) целесообразно применять результаты расчетов для 3 кластера; ко второму округу – для 2 и 3 кластера, взвешенных по числу пожаров в вошедших в них при типологизации провинций; к третьему округу – для 1 и 3 кластера по числу пожаров в вошедших в них при типологизации провинций; к четвертому округу – для 4 кластера по числу пожаров; к пятому округу – по числу взвешенных пожаров из 4 кластера; к шестому округу – также по числу взвешенных пожаров из 4 кластера.

Для начала в соотношение (2), описывающее количественную зависимость числа пожарных автомобилей от числа пожарных-бойцов в первом округе Вьетнама (Дельта Хонгхи), подставим применительно к некоторому временному периоду соответствующую формулу:

$$F1a = 36 \cdot [3 \ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4 \ln F3] - 6 \quad (10)$$

Для второго округа (Северный Мидлендс и горные провинции) указанная зависимость описывается соотношением:

$$F2a = 55 \cdot [\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln(12/14 \cdot F2 + 2/14 \cdot F3)] - 2 \quad (11)$$

Соответственно, применительно к третьему округу (Центральное побережье) соотношение запишется в виде:

$$F3a = 97 \cdot [\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln(12/14 \cdot F1 + 2/14 \cdot F3)] - 5 \quad (12)$$

Для четвертого округа (Центральное нагорье) количественная зависимость числа пожарных автомобилей от числа пожарных-бойцов определяется соотношением:

$$F4a = 29 \cdot [\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln F5] - 143. \quad (13)$$

В пятом округе (Юго-Восточный) зависимость следующая:

$$F5a = 78 \cdot \left[\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln(6/19 \cdot F4) \right] - 446. \quad (14)$$

В шестом округе (Дельта Меконга) указанная зависимость приобретает вид:

$$F6a = 63 \cdot \left(\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln(13/19 \cdot F4) \right) - 362. \quad (15)$$

где $k=1, \dots, 5$; $i=1, \dots, 5$ – номера кластеров.

Заключение

Таким образом, пожарные автомобили по административным округам Вьетнама могут распределяться оптимальным образом в соответствии с прогнозными величинами пожарных-бойцов в стране и числом пожаров в округах. Стоимость материально-технических средств во Вьетнаме и его округах определяется по формуле (8). А иные ресурсы противопожарной службы целесообразно привязывать к вышеприведенным прогнозным расчетам, применяя либо традиционные нормативные оценки, либо новые алгоритмы, основанные на развитии модельных исследований.

Библиография

1. Минаев В.А. и др. Комплексное моделирование территориальных пожарных рисков // Системы безопасности – 2018. М., 2018. С. 11-15.
2. Минаев В.А., Топольский Н.Г., Дао Ань Туан. Типологизация территорий Вьетнама по характеристикам пожарной опасности // Пожары и ЧС. 2018. № 1. С. 59-66.
3. Минаев В.А., Топольский Н.Г., Кйеу Туан Ань. Критериальное управление территориальным распределением кадровых ресурсов противопожарной службы Вьетнама // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2019. № 2. С. 94-103.
4. Минаев В.А., Топольский Н.Г., Чу Куок Минь. Оптимальное территориальное распределение кадровых ресурсов противопожарной службы Вьетнама // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 3 (61). URL: <http://ipb.mos.ru/ttb/2015-3>
5. Минаев В.А., Топольский Н.Г., Чу Куок Минь. Управление пожарными рисками с использованием теории активных систем // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2014. № 4. С. 59-65.

Modeling resource provision interrelations of the Vietnam fire service

Vladimir A. Minaev

Doctor of Technical Science,
Professor,

Honored Worker of Higher School of the Russian Federation,
Professor of the Department of Special Information Technologies,
Educational and Scientific Complex of Information Technologies,
Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation,
117437, 12, Akademika Volgina str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: m1va@yandex.ru

Aleksandr I. Ovsyanik

Doctor of Technical Science,
Professor,
Professor of the Department of Civil Defense,
Protection of the Population and Territories of the UNK GZ,
Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Head of the Department of Life Safety,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
125993, 49, Leningradskii ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: Ovsyanik58@gmail.com;

Kieu Tuan Anh

Adjunct,
Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
129301, 4, Borisa Galushkina str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: kieuk3@gmail.com

Abstract

The article continues the development of these promising ideas in relation to the personnel, logistical, financial and other resources of the fire service. Targets and goals of the research include the identification of promising areas in the field of fire risk modeling, considering the impact of the resource provision of the anti-fire service on them, as well as the construction of a system of practical models for optimal management of its resources in order to reduce the tension of the fire situation. On the basis of theoretical and experimental studies, the dependences of the provision of resources of various types on the number of firefighters in various districts of Vietnam have been determined. Based on the results obtained, a methodology for the territorial-dynamic allocation of resources of the fire service was developed. The conclusion is made about its scientific and practical novelty in comparison with existing approaches. The results of the research show that by comparing the existing administrative structure of Vietnam and the results of the typologization of its territories into homogeneous groups (clusters) according to the fire situation, it is possible to apply the calculations given in the article to a more efficient and purposeful management of the resources of the fire service. It is advisable to link other resources of the fire service to the above forecast calculations, using either traditional normative estimates or new algorithms based on the development of model studies.

For citation

Minaev V.A., Ovsyanik A.I., Kieu Tuan Anh (2022) Modelirovanie vzaimosvyazei resursnogo obespecheniya protivopozharnoi sluzhby V'etnama [Modeling resource provision interrelations of the Vietnam fire service]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 12 (2A), pp. 266-275. DOI: 10.34670/AR.2022.81.64.004

Keywords

Vietnam, fire service, resources, modeling, optimal territorial distribution.

References

1. Minaev V.A. et al. (2018) Kompleksnoe modelirovanie territorial'nykh pozharnykh riskov [Integrated modeling of territorial fire risks]. In: *Sistemy bezopasnosti – 2018* [Security Systems 2018]. Moscow.
2. Minaev V.A., Topol'skii N.G., Dao Anh Tuan (2018) Tipologizatsiya territorii V'etnama po kharakteristikam pozharnoi opasnosti [Typology of the territories of Vietnam according to the characteristics of fire danger]. *Pozhary i ChS* [Fires and emergency situations], 1, pp. 59-66.
3. Minaev V.A., Topol'skii N.G., Kieu Tuan Anh (2019) Kriterial'noe upravlenie territorial'nym raspredeleniem kadrovykh resursov protivopozharnoi sluzhby V'etnama [Criteria management of the territorial distribution of personnel resources of the fire service of Vietnam]. *Vestnik Rossiiskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie* [Bulletin of the Russian New University. Series: Complex systems: models, analysis and control], 2, pp. 94-103.
4. Minaev V.A., Topol'skii N.G., Chu Quoc Min (2015) Optimal'noe territorial'noe raspredelenie kadrovykh resursov protivopozharnoi sluzhby V'etnama [Optimal territorial distribution of personnel resources of the fire service of Vietnam]. *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti* [Technologies of techno-sphere safety], 3 (61). Available at: <http://ipb.mos.ru/ttb/2015-3> [Accessed 02/02/2022]
5. Minaev V.A., Topol'skii N.G., Chu Quoc Min (2014) Upravlenie pozharnymi riskami s ispol'zovaniem teorii aktivnykh sistem [Fire risk management using the theory of active systems]. *Pozhary i chrezvychainye situatsii: predotvrashchenie, likvidatsiya* [Fires and emergency situations: prevention, liquidation], 4, pp. 59-65.