

Научная статья
УДК 658.7
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.35.92.003

ГРАФОВАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСАХ НА УРОВНЕ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Алексей Петрович Сатин

Наталья Юрьевна Рыженко

Александра Евгеньевна Шаршунова

Академия государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия

Автор ответственный за переписку: Александра Евгеньевна Шаршунова, dvinina97@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена модель выбора оптимального плана закупок материальных ресурсов при возникновении чрезвычайной ситуации в условиях функционирования Единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и работы ЦУКС Главного управления МЧС России по субъекту. Описана система функционирования управления материальными ресурсами на примере Иркутской области. С учетом специфики деятельности МЧС России, введены условные обозначения, по формуле Харриса определена величина необходимого оптимального количества ресурсов. Рассчитано оптимальное число поставок материальных ресурсов в год. Определен график поставки материальных ресурсов. Построена графовая модель закупок материальных ресурсов. Определены рациональные варианты приобретения материальных ресурсов. Построен граф рациональных вариантов закупок материальных ресурсов. Разработан алгоритм определения кратчайших путей закупки с учетом минимизации затрат. Полученные данные позволят в полном объеме реагировать на возникшие чрезвычайные ситуации в условиях работы Единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и ЦУКС, снизить риск срывов поставок материальных ресурсов, сократить время на дополнительные закупки, повысить эффективность управления материальными ресурсами. При автоматизации рассмотренного процесса увеличится производительность труда.

Ключевые слова: ресурсы, закупки, оптимальное решение, рациональность, ликвидация чрезвычайных ситуаций, график закупок

Для цитирования: Сатин А.П., Рыженко Н.Ю., Шаршунова А.Е. Графовая модель оценки потребности в материальных ресурсах на уровне субъекта Российской Федерации // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 4 (35). С.24-32 <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.35.92.003>

GRAPH MODEL FOR ASSESSING THE NEED FOR MATERIAL RESOURCES AT THE LEVEL OF A CONSTITUENT ENTITY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Alexei P. Satin

Natalia U. Ryzhenko

Alexandra E. Sharshunova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Corresponding author: Alexandra E. Sharshunova, dvinina97@yandex.ru

Abstract. The article considers the model of selecting the optimal plan for procurement of material resources in case of emergency in the conditions of functioning of the Unified State System of Prevention and Elimination of Emergency Situations and the work of the Central Emergency Control Centre of the Main Department of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the subject. The system of functioning of material resources management on the example of the Irkutsk region is described. Taking into account the specificity of EMERCOM of Russia activity, the conventional designations are introduced, the value of the necessary optimal quantity of resources is determined by the Harris formula. The optimal number of deliveries of material resources per year is calculated. The schedule of material resources supply is determined. The graph model of material resources procurement is constructed. Rational options for purchasing material resources are determined. The graph of rational variants of material resources procurement is constructed. An algorithm for determining the shortest paths of procurement taking into account cost minimisation has been developed. The obtained data will allow to fully respond to emergencies in the conditions of the Unified State System of Prevention and Elimination of Emergency Situations and MCCS, to reduce the risk of disruptions in the supply of material resources, to reduce the time for additional purchases, to improve the efficiency of material resources management. The automation of the above process will increase labour productivity.

Keywords: resources, procurement, optimal solution, rationality, contingency management, procurement schedule

For citation: Satin A.P., Ryzhenko N.U., Sharshunova A.E. Graph model for assessing the need for material resources at the level of a constituent entity of the Russian Federation // Siberian Fire and Rescue Bulletin.2024. № 4 (35). С. 24-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.35.92.003>

По данным МЧС России в нашей стране ежегодно происходят чрезвычайные ситуации. Для ликвидации чрезвычайных ситуаций создаются резервы различных уровней, в том числе резервы материальных ресурсов субъектов Российской Федерации [1].

Управление материальными ресурсами осуществляется Единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) [2]. На каждом уровне системы создаются координационные органы, постоянно действующие органы управления, органы повседневного управления, силы и средства, а также резервы финансовых и материальных ресурсов.

В Иркутской области постоянно действующим органом управления единой системы является Главное управление МЧС России по Иркутской области. Орган повседневного управления – ЦУКС Главного управления МЧС России по Иркутской области. Координационный орган управления системы - комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Иркутской области. Комиссия по чрезвычайным ситуациям осуществляет работу по обеспечению материальными ресурсами на основании годового плана. При возникновении чрезвычайной ситуации и необходимости привлечения материальных ресурсов, в зависимости от масштаба чрезвычайной ситуации, происходит межведомственное взаимодействие, что означает возникновение временной организационной системы управления. В функции ЦУКС входят обеспечение на региональном уровне координации деятельности органов повседневного управления РСЧС и предоставление данных для работы комиссии по чрезвычайным ситуациям, в том числе информацию о рисках возникновения чрезвычайных ситуаций для планирования объема запасов материальных ресурсов. В целях оптимизации управления ресурсами данной системы возможно применение методов управления запасами [3].

В соответствии с Методическими рекомендациями при формировании резервов материальных ресурсов требуется учитывать примерную номенклатуру и объем ресурсов, предназначенных для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Комиссия по чрезвычайным ситуациям определяет необходимый перечень материальных ресурсов, с учетом особенностей субъекта. После этого формируется список мест хранения и реализуется документальное сопровождение.

Обеспечение первоочередных работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций должно осуществляться за счет рассчитанного количества запасов ресурсов на основании годового плана комиссии по чрезвычайным ситуациям и необходимого количества финансирования потребностей в соответствии с паспортом территории субъекта РФ, составленного ЦУКС. В паспорте оценивается защищенность, исходя из рисков возникновения чрезвычайных ситуаций, с учетом временного показателя риска и территории.

Величина, объем и номенклатура требуемых ресурсов рассчитываются по принципу экономичности, учитывая ресурсы сторонних источников снабжения. Процесс управления ресурсами осуществляется на основании планов и планов-графиков закупок на весь период контракта, путем минимизации затрат [4]. Для этого предлагается построение графовой модели.

С учетом специфики деятельности МЧС России, введены условные обозначения. Затраты на материальные ресурсы предлагается классифицировать на: c – стоимость материальных ресурсов тыс. рублей, s – организационные издержки, h – издержки на хранение тыс. рублей, d – интенсивность спроса, штук в год, q – размер одной партии, штук. Согласно [5] цена должна быть постоянной на весь период контракта. Организационные издержки – это расходы, связанные с сопровождением ресурсов, их доставкой и т.д. При осуществлении закупки предлагается учитывать закупочную логистику и хранение материальных ресурсов, в том числе затраты на издержки склада, амортизацию, издержки на хранение и транспортировку, которые считаются постоянными. Данные спроса на материальные ресурсы рассмотрим в соответствии с паспортом территории Иркутской области (Табл.1).

Табл.1. График поставки ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций

i	1 период	2 период	3 период	4 период	5 период
Срок возникновения потребности, дней	30	120	210	300	350
Предполагаемый объем потребности, т.	2.5	6.5	7.1	10.4	11.4
Δ_i , ресурсов, т.	2.5	4.0	0.6	3.3	1

Предположим, что при интенсивности возникновения спроса на материальные ресурсы в объеме 11,4 тонн в год, организационные издержки составляют 1,1 тыс. руб. Издержки на хранение 4 тыс. руб.

В работе [6] автор определяет оптимальный размер поставки ресурсов с помощью формулы Харриса (1):

$$-\frac{sd}{q^2} + \frac{h}{2} = 0 \quad (1)$$

где: q – размер одной партии материальных ресурсов в год, отсюда получается (2):

$$q = \sqrt{\frac{2sd}{h}} \quad (2)$$

следовательно, оптимальный размер поставки партии исходя из принятых условий равен 2,5 тонны. С учетом оптимального размера партии, оптимальное число поставок может быть определено по формуле (3):

$$n = \frac{d}{q} \quad (3)$$

где: d – интенсивность спроса, штук в год. Таким образом, получается 5 поставок за год.

Исследован сценарий, при котором субъект принимает решение осуществлять закупки материальных ресурсов в моменты времени, определяемые сроками изменения потребностей.

Основным критерием выбора поставщика принята цена и возможность получения дополнительных скидок. Предположим, что с учетом прогнозов и ретроспективных данных, 5 поставок материальных ресурсов требуются неравномерно, в разные периоды времени потребность меняется.

При принятии решений закупки материальных ресурсов в момент срока возникновения потребностей, субъект будет иметь информацию по остаткам на складе к моменту τ_i . Размер остатков зависит от выбираемых вариантов закупок на предыдущих шагах. Каждую ситуацию, характеризующую наличием не используемых ресурсов на складе, предлагается рассматривать отдельно.

Рациональные стратегии закупок ресурсов целесообразно рассматривать на графе. Граф представляет собой фигуру, состоящую из точек (вершин) и соединяющих их линий (ребер) [6].

Закупки осуществляются у разных поставщиков в фиксированные периоды 30, 120, 210, 300, 350 дней. Начинаем с последнего, пятого периода, соответствующего 350 дню года $\tau_5 = 350$, в данный момент необходимо дополнительно закупить 1 тонну. Это связано с риском увеличения количества чрезвычайных ситуаций в декабре.

Рассмотрим стратегию рациональных закупок, когда по условиям государственного контракта, скидка предоставляется в случае, если объем закупок не менее определенной величины [7-10].

Средняя цена одной тонны по государственному контракту равна 50 тыс. рублей, если объем закупок меньше 5 тонн. Если объем закупок не менее 5 тонн, то возможна централизованная поставка, при этом цена одной тонны составит 40 тыс. рублей, и объем поставки может быть только партиями по 5, 9 и 12 тонн, что связано с вместимостью подвижного состава, поставляющего ресурсы. Варианты закупок представляем в виде графа.

Шаг 1. Рассмотрим вершину 0, соответствующую закупкам в момент τ_i . Рациональные объемы закупок в момент $\tau_1 = 30$ равны 2.5, 5, 6.5, 7.1, 9, 10, 10.4, 11.4, 12 тонн. Проведем из начальной вершины дуги, соответственно в вершины 1, 1^0 , 2, 3, $3^0, 3^{0*}$, 4, 5, 5^0 (Рис.1.).

Дуга (0, 1) означает, что закупается 2.5 т. ресурсов, а следующая закупка состоится в момент $\tau_2 = 120$; дуга (0, 1^0) означает, что закупается 5 т, при этом 2.5 т. остается на складе, дуга (0, 2) означает, что закупается 6.5 т, дуга (0, 3) означает, что закупается 7.1 т, дуга (0, 3^0) означает, что закупается 9 т, а следующая закупка состоится в момент $\tau_4 = 300$, с учетом остатка 1.9 т, дуга (0, 3^{0*}) означает, что закупается 10 т, а следующая закупка состоится в момент $\tau^4 = 300$; дуга (0, 4) означает, что закупается 10.4 т, дуга (0, 5) означает, что закупается 11.4 т, дуга (0, 5^0) означает, что закупается 12 т, с учетом остатка 0.6 тонны.

Шаг 2. Рассматриваем вершину 1, соответствующую моменту τ_2 . Здесь рациональные варианты закупок: 4, 4.6, 5, 7.9, 8.9, 9 т. Поэтому проводим дуги (1, 2), (1, 3), (1, 3^1), (1, 4), (1, 5), (1, 5^1). Дуга (1, 2) означает, что закупается 4 т, при дуге (1, 3) закупка составляет 4.6 т, дуга (1, 3^1) означает, что закупается 5 т, с учетом остатка 0.4 т, дуга (1, 4) соответствуют значению закупки 7.9 т, дуга (1, 5) равна 8.9 тонн.

Дугам (0, 5^0) и (1, 5^1), соответствуют разные величины остатков ресурсов на складе субъекта. Для дуги (0, 5^0) остаток продовольствия равен 0.6 т, так как закуплено 12 т, а передано подразделениям субъекта к моменту τ_5 только 11.4 т. Для дуги (1, 5^1) остаток равен 0.1 т, при закупке в момент τ_1 9 т и передаче 8.9 тонн.

Шаг 3. Рассматриваем вершину 2, соответствующую моменту $\tau_3 = 210$. Здесь рациональные варианты закупок: 0.6, 3.9, 5, 5.1 т. Проводим дуги (2, 3), (2, 4), (2, 5), (2, 5^2). Для дуги (2, 5^2) остаток равен 0.1 т, при закупке 5 тонн.

Шаг 4. Рассматриваем вершину 3, соответствующую моменту $\tau_4 = 300$. Рациональные варианты закупок: 3.3, 4.5, 5 т. Проводим дуги (3, 4), (3, 5), (3, 5^1). Дуге (3, 5^1) будет соответствовать остаток 0.7 т, дуге (3, 5^3) - 1 т.

Вершине 3^0 , с остатком 1.9 т, будут соответствовать два рациональных варианта закупки (3^0 , 4) и (3^0 , 5) когда необходимо закупить соответственно 1.4 и 2.4 т.

Вершине 3^{0*} , с остатком 2.9 т, будут соответствовать два рациональных варианта закупки (3^{0*} , 4) и (3^{0*} , 5) когда необходимо закупить соответственно 0.4 и 1.4 т.

Вершине 3^1 , будут соответствовать два рациональных варианта закупки (3^1 , 4) и (3^1 , 5), необходимо закупить соответственно 2.9 и 3.9 т.

Шаг 5. Рассмотрим вершины 4, 5^2 , соответствующие моменту τ^5 . Для вершины 4 имеем один рациональный вариант закупок 1 т, проводим дугу (4, 5). Для вершины 5^2 остаток равен 0.1.

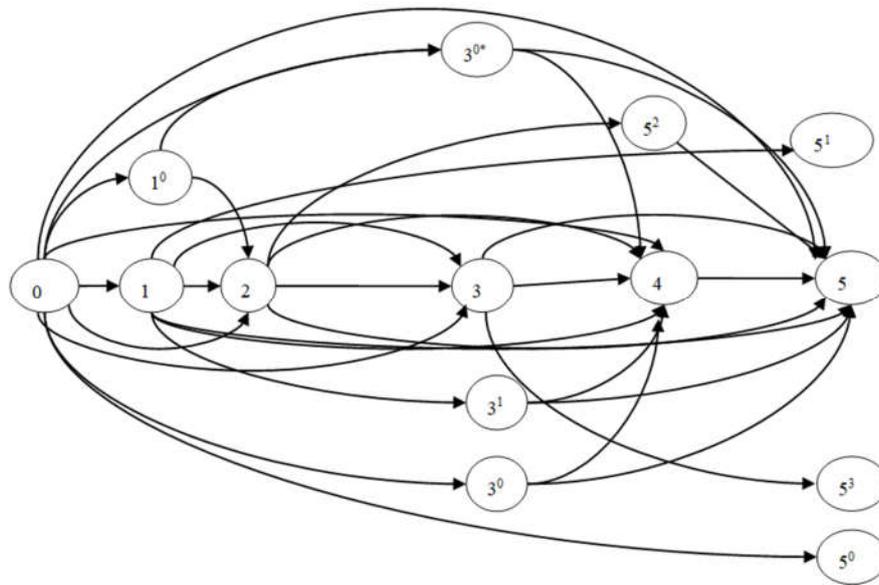


Рис.1. Граф закупок ресурсов при ликвидации чрезвычайных ситуаций

Получилось 7 итоговых варианта закупок. Это вершины: образованные дугой (0, 5^0) с остатком 0.6 т и стоимостью 510 тыс. рублей; вершина, образованная дугой (1, 5^1) с остатком 0.1 т. и стоимостью 365 тыс. рублей; вершины, образованные дугой (4, 5) при следовании через вершину 3^0 без запасов, стоимостью 240 тыс. рублей, через вершину 3^{0*} без остатка запасов стоимостью 190 тыс. рублей, через вершину 3^1 без остатка запасов стоимостью 390 тыс. рублей, через вершину 3 с остатком 1 т стоимостью 480 тыс. рублей, через вершину 4 без остатка за 150 тыс. рублей.

Возможно два рациональных варианта приобретения ресурсов. Первый означает, что в январе следует закупить 10 т на 400 тыс. рублей, при этом использовать 2.5 т, оставшиеся 7.5 т хранить на складе и расходовать при возникновении чрезвычайных ситуаций. Следующую закупку резервов следует осуществить в четвертом квартале в количестве 0.4 т и в декабре еще 1 т. Предполагаемое решение предусматривает замораживание в запасах 300 тыс. рублей до 120 и 300 дня года до возникновения чрезвычайной ситуации.

Второй вариант означает, что в январе следует закупить 5 т на 200 тыс. рублей, при этом использовать 2.5 т, оставшиеся 2.5 т хранить на складе и расходовать при возникновении чрезвычайных ситуаций. Следующую закупку ресурсов необходимо произвести в начале второго квартала в размере 5 т на сумму 200 тыс. рублей, в четвертом квартале следует закупить 0,4 т и в декабре приобрести 1 т. Второй вариант при замораживании запасов на 100 тыс. рублей дешевле первого.

Алгоритм определения кратчайших путей закупки материальных ресурсов учитывает веса дуг затрат [6].

Дуге (0, 1) соответствует закупка 2.5 т в моменте $\tau_1 = 30$ по цене 50 тыс. рублей. Следовательно, для удовлетворения потребности в первом квартале необходимо 125 тыс. рублей. Длина дуги (0, 1) равна 125. Рассчитаны результаты, где N – вершины дуги, L – длина дуги (Табл.2).

Табл.2. Определение веса дуги затрат

N	(0,1)	(0, 1 ⁰)	(0, 3 ⁰)	(0, 3 ^{0*})	(0, 5 ⁰)	(1, 2)	(1, 3 ¹)	(1, 5 ¹)	(1 ⁰ , 3 ^{1*})
L	125	200	360	400	480	125	200	360	200
N	(2, 3)	(2, 5 ²)	(3, 4)	(3, 5 ³)	(3 ⁰ , 4)	(3 ^{0*} , 4)	(3 ¹ , 4)	(4, 5)	(4 ² , 5)
L	30	200	165	50	70	30	145	50	20

Для построения алгоритма вводится правильная нумерация вершин графа. Нумерация является правильной, если для любой дуги (i, j) имеет место $i < j$.

В этом случае кратчайший путь определяется на основе последовательного присвоения вершинам графа индексов k_i методом «обратного хода» [6].

Наименьшая длина маршрута до конечного узла, полученная методом «обратного хода» может быть признана наилучшим управленческим решением в задаче минимизации затрат.

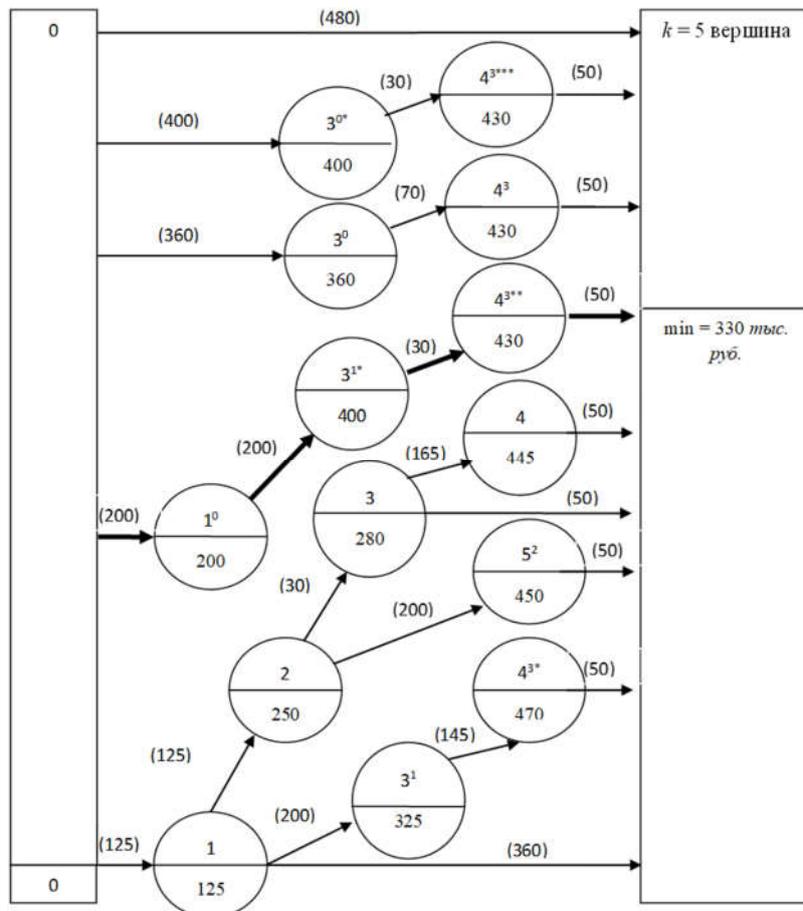


Рис.2. Граф рациональных вариантов закупок

Граф построен с учетом расчета индекса его вершин (Рис.2):

$k_1 = 125$; $k_{1^*} = 200$; $k_2 = 125 + 125 = 250$; $k_3 = 250 + 30 = 280$; $k_3^0 = 360$; $k_3^{0^*} = 400$; $k_3^1 = 125 + 200 = 325$; ; $k_3^{1^*} = 200 + 200 = 400$; $k_4 = 280 + 165 = 445$; $k_5^2 = 250 + 200 = 450$; $k_4^3 = 360 + 70 = 430$; $k_4^{3^*} = 325 + 145 = 470$; $k_4^{3^{**}} = 400 + 30 = 430$; $k_4^{3^{***}} = 400 + 30 = 430$; $k_5 = \min [480; 125 + 360; 280 + 50; 445 + 50; 450 + 50; 430 + 50; 470 + 50; 430 + 50; 430 + 50] = 330$.

Полученный кратчайший путь, определенный методом «обратного хода», выделен жирными стрелками. Путь $(1^0, 3^{1^*}, 4^{3^{**}}, 5)$ соответствует варианту закупок на сумму 330 тыс.

Предлагаемая методика может быть описана в виде алгоритма поиска минимального элемента затрат материальных ресурсов (Рис.3).



Рис.3. Алгоритм определения кратчайших путей закупки

Внедрение предложенного алгоритма позволит рассчитывать с наименьшими затратами оптимальные варианты закупок и приобретать дополнительные ресурсы на условиях первоначального контракта с выбранным поставщиком с возможностью получения оптовой скидки. Сократится время на дополнительные закупки благодаря исключению необходимости поиска нового поставщика и снижению риска срывов поставок ресурсов. Такой подход позволит субъекту своевременно и в полном объеме реагировать на возникающие чрезвычайные ситуации в условиях функционирования временной организационной системы РСЧС и осуществления функций ЦУКС. Внедрение автоматизации в этот процесс приведет к оптимизации системы управления материальными ресурсами, что позволит увеличить ее эффективность и снизить затраты. Станет возможным повышение производительности труда членов комиссии по чрезвычайным ситуациям благодаря сокращению времени на поиск ретроспективных данных.

Список источников

1. Методические рекомендации по созданию и использованию резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций органов местного самоуправления // «74 МЧС.gov.ru»: сайт. – URL: <https://74.mchs.gov.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/grazhdanskaya-zashchita/5-preduprezhdenie-chrezvychaynyh-situaciy/5-2-metodicheskie-rekomendacii-po-realizacii-zadach-i-funkciy/metodicheskie-rekomendacii-po-sozdaniyu-i-ispolzovaniyu-rezervov-finansovyh-i-materialnyh-resursov-dlya-likvidacii-chrezvychaynyh-situaciy-organov-mestnogo-samoupravleniya> (дата обращения 15.10.2024).
2. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» // справочно-правовая система «КонсультантПлюс»: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45914/492eda9f08b2b56e284a2ab0b4c8d3719f3a2585/ (дата обращения 15.10.2024).
3. Прокофьева О.С., Ющук Я.В. Оптимизационная модель управления материальными запасами на производственном предприятии // Вестник ИрГТУ. 2017. №7 (126). – 6 с.
4. Джабуа И.В. Особенности подготовки государственных контрактов // Вестник экономической безопасности. 2017. №4. – 5 с.
5. Герасимов К.Б. Технология бизнес-процесса поставки ресурсов // Новый университет. Серия «Экономика и право». 2015. №4 (50). – 9 с.
6. Шишкин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении: Учеб. пособие. – 2-е изд., испр. – М.: Дело, 2002. – 440 с. – (Сер. «Наука управления»).
7. Сатин А.П. Модели распределения ресурсов в системах материально-технического обеспечения пожарно-спасательных формирований // Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XVIII Международной конференции. Москва, декабрь 2010 г. / Под ред. Архиповой Н.И., Кульбы В.В. - М.: РГТУ, 2010. – С. 136-138.
8. Сатин А.П. Оценка риска при материально-техническом обеспечении МЧС России // Материалы семнадцатой научно-технической конференции «Системы безопасности» - СБ-2008. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. – С. 109-111.
9. Сатин А.П. Метод замены пожарно-спасательной техники в системах управления материально-техническим обеспечением пожарно-спасательных формирований // тб. – 2011. - № 3. – 7 с.
10. Сатин А.П., Псарев Д.В. Особенности системы материально-технического обеспечения пожарно-спасательных формирований // Матер. 20-й науч.-техн. конф." Системы безопасности. – 2011. – С. 92.

References

1. Methodological recommendations for the creation and use of reserves of financial and material resources for the elimination of emergency situations of local governments // "74 MChS.gov.ru": website. - URL: <https://74.mchs.gov.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/grazhdanskaya-zashchita/5-preduprezhdenie-chrezvychaynyh-situaciy/5-2-metodicheskie-rekomendacii-po-realizacii-zadach-i-funkciy/metodicheskie-rekomendacii-po-sozdaniyu-i-ispolzovaniyu-rezervov-finansovyh-i-materialnyh-resursov-dlya-likvidacii-chrezvychaynyh-situaciy-organov-mestnogo-samoupravleniya> (date of access 15.10.2024).
2. Resolution of the Government of the Russian Federation of 30.12.2003 №. 794 "On the Unified State System for the Prevention and Elimination of Emergencies" // reference and legal system "ConsultantPlus": website. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45914/492eda9f08b2b56e284a2ab0b4c8d3719f3a2585/ (date of access 15.10.2024).
3. Prokofieva O.S., Yushchuk Ya.V. Optimization model of inventory management at a manufacturing enterprise // Bulletin of IrSTU. 2017. №. 7 (126). – 6 PP.
4. Dzhabua I.V. Features of preparation of state contracts // Bulletin of Economic Security. 2017. №. 4. – 5 PP.
5. Gerasimov K.B. Technology of the business process of resource supply // New University. Series "Economics and Law". 2015. №. 4 (50). - 9 PP.
6. Shishkin E.V., Chkhartishvili A.G. Mathematical methods and models in management: Study guide. - 2nd edition, revised. - Moscow: Delo, 2002. - 440 PP.

7. Satin A.P. Resource allocation models in the systems of material and technical support of fire and rescue formations // Problems of safety management of complex systems: Proceedings of the XVIII International Conference. Moscow, December 2010 / Edited by Arkhipova N.I., Kulba V.V. - M.: RGTU, 2010. - PP. 136-138.

8. Satin A.P. Risk assessment in material and technical support of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Proceedings of the seventeenth scientific and technical conference “Security Systems” - SB-2008. - M.: Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2008. - PP. 109-111.

9. Satin A.P. Method of replacing fire-fighting and rescue equipment in systems for managing the logistics of fire-fighting and rescue teams // тб. – 2011. - №.3. – 7 PP.

10. Satin A.P., Psarev D.V. Features of the system of material and technical support of the fire-rescue formations // Mater. 20-th scientific and technical conf.” Security Systems. - 2011. - PP. 92.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.10.2024, одобрена после рецензирования 10.11.2024, принята к публикации 25.11.2024.

The article was submitted 22.10.2024, approved after reviewing 10.11.2024, accepted for publication 25.11.2024.