

Информационные технологии и управление в области безопасности жизнедеятельности

Научная статья
УДК 614.842
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.88.58.012

Применение методов программно-целевого планирования для совершенствования организации и осуществления пожаротушения

Константин Сергеевич Власов¹
Александр Алексеевич Порошин²

Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, Балашиха, Россия

¹<https://orcid.org/0000-0003-1288-7561>

²<https://orcid.org/0000-0001-9849-7024>

Автор ответственный за переписку: Константин Сергеевич Власов, vlasov-k@yandex.ru

Аннотация. Управление стратегическим развитием Российской Федерации осуществляется в рамках государственных программ, в соответствии с постановлением Правительства от 02.08.2010 № 588. При этом необходима взаимосвязь разрабатываемых мероприятий между собой по задачам, срокам осуществления и ресурсам. Государственные программы позволяют в рамках программно-целевого метода сконцентрировать усилия для комплексного и системного решения проблем социально-экономической политики страны. Предлагаемый программно-целевой метод планирования состоит в отборе приоритетных целей экономического, социального, научно-технического развития, в разработке взаимоувязанных мероприятий по их достижению в заданные сроки с максимальной эффективностью при требуемом обеспечении ресурсами. В предлагаемой статье приведено описание процесса формирования и декомпозиции дерева целей применительно к проблеме организации пожаротушения.

Ключевые слова: программно-целевое планирование, теория графов, оперативная деятельность, время занятости, дерево целей

Для цитирования: Власов К.С., Порошин А.А. Применение методов программно-целевого планирования для совершенствования организации и осуществления пожаротушения // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. № 3 (26). С. 107-115. [http: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.88.58.012](http://10.34987/vestnik.sibpsa.2022.88.58.012)

APPLICATION OF PROGRAM-TARGET PLANNING METHODS TO IMPROVE THE ORGANIZATION AND IMPLEMENTATION OF FIRE EXTINGUISHING

Konstantin S. Vlasov¹
Alexander A. Poroshin²

All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Russia

¹<https://orcid.org/0000-0003-1288-7561>

²<https://orcid.org/0000-0001-9849-7024>

Corresponding author: Konstantin S. Vlasov, vlasov-k@yandex.ru

Abstract. Management of the strategic development of the Russian Federation is carried out within the framework of state programs, in accordance with Government Decree No. 588 of 02.08.2010. At the same time, it is necessary to interconnect the activities being developed with each other in terms of tasks, deadlines and resources. State programs allow, within the framework of the program-target method, to concentrate efforts for a comprehensive and systematic solution of the problems of the socio-economic policy of the country. The proposed program-target planning method consists in the selection of priority goals of economic, social, scientific and technological development, in the development of interrelated measures to achieve them in a given time with maximum efficiency with the required provision of resources. The proposed article describes the process of formation and decomposition of the goal tree in relation to the problem of fire extinguishing organization..

Keywords: program-target planning, graph theory, operational activity, employment time, goal tree

For citation: Vlasov K.S., Poroshin A.A. Application of program-target planning methods for improving the organization and implementation of fire extinguishing // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2022. № 1 (24). С. 107-115. (In Russ.) <http://10.34987/vestnik.sibpsa.2022.88.58.012>.

Тенденции стратегического управления экономикой Российской Федерации в настоящее время направлены на развитие приоритетных отраслей в рамках государственных программ. В соответствии с постановлением Правительства от 02.08.2010 № 588 под государственной программой подразумевается комплекс мероприятий и инструментов государственной политики, обеспечивающих в рамках реализации основных государственных функций достижение приоритетов и целей государственной политики в сфере социально-экономического развития и безопасности [1]. При этом разрабатываемая система мероприятий должна быть взаимоувязана между собой по задачам, срокам осуществления и ресурсам. Государственные программы являются важным инструментом и позволяют в рамках программно-целевого планирования сконцентрировать усилия для комплексного и системного решения проблем развития отраслей экономики страны, в том числе в области пожарной безопасности [2]. Предлагаемый программно-целевой метод планирования состоит в отборе приоритетных целей экономического, социального, научно-технического развития, в разработке мероприятий по их достижению в заданные сроки с максимальной эффективностью при требуемом обеспечении ресурсами [3].

Для оценки приоритетности выбранных направлений исследований, а также установления их роли и места в решении всего комплекса проблем совершенствования пожаротушения, в том числе по отношению к центральной цели – повышение уровня обеспеченности пожарной безопасности, был применен метод программно-целевого планирования (далее - ПЦП). Достаточно широкая трактовка ПЦП дается в работах Г.С. Поспелова и его сотрудников [4, 5]. Довольно подробно ПЦП освещено в литературе [6], где рассмотрены теоретические и практические вопросы разработки программ, показана их роль и место в системе планирования, определения условий применимости ПЦП для решения важных проблем.

Так, современная теория принятия решений [3] предлагает комплекс приемов, позволяющих свести в единую структуру систему разнородных целей и характеристик исследований. При разработке указанной структуры, известной под названием дерева целей, ПЦП использует знания и опыт экспертов в рассматриваемой предметной области, их способность давать прогностические оценки развития ситуации. Однако, в отличие от обычных подходов, основанных на интуиции лица принимающего решения, мнения экспертов подвергаются определённой формализации статистическими методами. В основном

с использованием методов формализации критериев оценки, шкалирования, интервальных оценок, решающих матриц, метода Дельфи, мозговой атаки, Pattern и др. Полностью формализовать или даже предсказать получение решения подобной задачи невозможно. Однако декомпозиция ее с помощью пошагового построения дерева целей сверху-вниз, где результаты каждого шага в свою очередь являются результатом формализации мнения экспертов, позволяют структурировать сложные организационные иерархические системы. Методы многомерного шкалирования и скаляризации позволяют проводить численные оценки в подобных организационных иерархических системах определять, в соответствии с выбранными критериями дерева целей. Следует отметить, что проведенные системные исследования применительно ко всей сфере деятельности по тушению пожаров силами пожарно-спасательных подразделений (далее – ПСП) указывают на эффективность применения ПЦП в данной области [7].

Организацию тушения пожаров силами ПСП принято относить к четвертому уровню (эшелону) системы обеспечения пожарной безопасности (далее – СОПБ) после: 1) предупреждения пожаров, 2) раннего обнаружения и 3) тушения средствами пожарной автоматики. На четвертом (финальном) уровне, когда средств первых трех уровней СОПБ оказывается недостаточно, привлекаются ПСП. В Российской Федерации ежегодно таких случаев регистрируется порядка 400 тыс.

Для разработки дерева целей использован метод структуризации, который основан на поэтапной декомпозиции исследуемой проблемы с последующей возможностью количественной оценки значимости элементов полученной иерархической структуры организационной системы. Построение дерева целей базировалось на известных принципах [8].

В ходе формирования первого варианта дерева целей по организации пожаротушения учитывались положения нормативных и правовых документов в рассматриваемой области, по некоторым их видам более углублено, сопоставлены иерархические структуры, полученные в ходе декомпозиции целей совершенствования выделенных видов направлений деятельности.

В результате оценки первого варианта структуры дерева целей и внесения в него необходимых корректив сформирована базовая структура уровней дерева целей (Табл. 1), которая взята за основу при разработке соответствующих структурных моделей, используемых в выделенных направлениях исследований.

Таблица. 1. Базовая структура уровней дерева целей

№	Наименование уровня	Характеристика целей	Наименование целей
0	Цель решения проблемы	Государственная и хозяйственная цель	Совершенствование системы обеспечения пожарной безопасности
1	Головная цель	Основная цель реализации программы	Совершенствование противопожарной защиты
2	Задачи	Основные цели, обеспечивающие реализацию программы	Совершенствование и обеспечение готовности к тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ
3	Подзадачи	Подцели, обеспечивающие достижение основных целей	Совершенствование уровня готовности подразделений
4	Направления решения подзадачи	Совокупность путей и методов решения задачи	- эффективность выполнения задач пожаротушения; - экономическая эффективность пожаротушения

С точки зрения важности целевых установок, формируемых на различных уровнях организации пожаротушения, необходимо провести анализ целей функционирования выбранных направлений и их влияния на другие виды деятельности ПСП. Подобный анализ позволяет провести оценку влияния различных процессов управления на результаты не только настоящей,

но и дальнейших научно-технических разработок, определить их приоритетность с точки зрения их важности и первоочередности практической реализации.

На основе ПЦП можно анализировать слабоструктурированные задачи управления процессом организации пожаротушения, используя статистические методы, информационные технологии, экспертные оценки и др. Процесс структуризации основной цели СОПБ сводится к построению иерархической структуры системы, получаемой по принципу декомпозиции целей, включающему в себя:

выделение подцелей по признаку отличия функций (т.е. на основе функциональной специализации);

выделение подцелей по признаку временного периода их реализации;

выделение подцелей по признаку места их реализации;

выделение подцелей по признаку характерных действий;

выделение подцелей по признаку характера обеспечения;

выделение подцелей по принципу отношения к определенному этапу управления системой.

Итогом процесса структуризации является общее дерево целей деятельности по организации пожаротушения, как составного элемента СОПБ. С точки зрения содержания проведенных исследований наибольший интерес вызывают структуры дерева целей сгруппированные на основе функциональной специализации по признакам эффективности пожаротушения (рис.1 и таб. 2) и экономической эффективности деятельности ПСП (рис. 2) в виде направленного ациклического графа $G(V, E)$ с центрально-радиальной структурой с вершинами V и ребрами E .

Таблица. 2. Первый уровень дерева целей – эффективности пожаротушения

Уровень	Узел	Описание цели (подцели)
0	0	Эффективность пожаротушения
1	1	Караульная служба - Повышение боеготовности. Подготовка к выезду на пожар
1	2	Выезд из подразделения и следование к месту вызова - Сокращение времени следования
1	3	Тушение пожара - Ликвидация горения спасание людей и имущества с использованием минимального количества сил и средств за минимальное время
1	4	Спасание на пожаре Эффективное спасание людей и имущества
1	5	Аварийные работы - Обеспечение условий для тушения, а также спасания людей и имущества
1	6	Сбор после пожара - Сокращение времени сбора подразделения после пожара
1	7	Возвращение к месту дислокации - Сокращение времени следования
1	8	Подготовка к следующему вызову Повышение качества подготовки
1	9	Отдых после дежурства Повышение качество восстановления и подготовке к дежурству

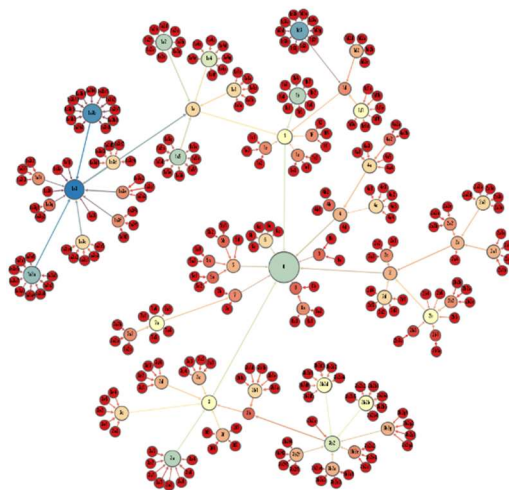


Рис. 1. Первое направление – дерево целей (группировка по признакам эффективности пожаротушения)

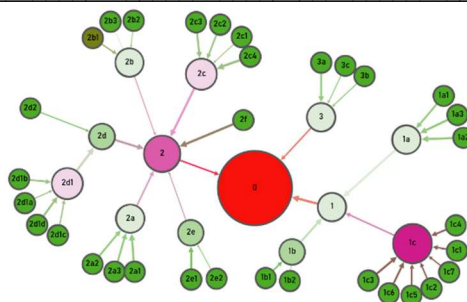


Рис. 2. Второе направление – деревья целей
 (группировка по признакам экономической эффективности пожаротушения)

Частично структура данных дерева целей (рис. 2) с нулевого по второй уровень представлена далее (таб. 3).

Таблица. 3. Первый и второй уровни дерева целей – экономической эффективности пожаротушения*

Уровень	Узел	Описание цели (подцели)
0	0	Эффективность пожаротушения
1	1	Направленность – поддержание рабочего состояния организации
2	1.1	Функционирование
2	1.2	Усовершенствование
2	1.3	Развитие
1	2	Критерии по отношению к основным показателям успешной деятельности организации
2	2.1	Продуктивность
2	2.2	Рыночные критерии
2	2.3	Ресурсы
2	2.4	Обновление
2	2.5	Прибыльность
2	2.6	Социальная ответственность
1	3	Ориентация по времени
2	3.1	Текущие цели
2	3.2	Среднесрочные цели
2	3.3	Долгосрочные цели

* Примечание – нумерация второго уровня в таблице и на графе (рис. 2) сопоставляются по следующему принципу: 1.1 соответствует 1a, 1.2 – 1b, 2.1 – 2a и т.д.

Исходные файлы для построения графов (рис. 1 и рис. 2), а также их полная структура (таб. 2 и 3) размещены в репозитории GitHub [9].

Поиск рационального решения в условиях противоречия (обозначаемого – П-I), когда ПСП вынуждены функционировать в условиях необходимости реагирования на поток поступающих вызовов на пожары, который более чем на 99,9 % состоит из так называемых ординарных пожаров и ничтожного по количеству, но громадных по масштабам последствий – крупных пожаров [10, 11]. И другого не менее значимого противоречия (П-II) – повышение экономической эффективности деятельности по тушению пожаров за счет минимизации вреда от пожаров и снижения расхода собственных ресурсов. И при этом требуется обеспечивать необходимый уровень боеготовности ПСП, что в современных условиях требует повышения объема финансирования.

Представленные на графах (рис. 1 и 2) ветви представляют собой части единого остова дерева, включающего в себя все вершины ($V = 350$ ед.), но не все ребра ($E = 349$ из 122 150 ед. возможных) с корнем в вершине V_0 - названной «Эффективность пожаротушения». Плотность орграфа, вычисленная по формуле $D = N \times (N-1)$ составила 0,003 (максимум - единица). Теоретически все вершины дерева имеют связи определенной силы. Например, вершины

с номерами 1.1.2.6, 1.1.3.11, 1.1.4.6, 1.1.5.8, 1.2.7, 1.4.1.5, 1.4.2.3, 1.4.3.9, 2.1 в различных ветках дерева обозначают действия необходимые для обеспечения оперативного выезда ПСП на пожар, но прямых связей не имеют, хотя могли бы быть объединены в один узел. Однако, для обеспечения структурной целостности и паттерна дерева представлены отдельными вершинами, это объясняется тем, что сходные действия выполняются при различных условиях.

Дерево целей (рис. 1) имеет пять уровней и 239 листьев. Дерево (рис. 2) имеет три уровня и 33 листа. Под уровнем в данном случае понимается удаленность вершин от корня V_0 . Для определения степени влияния факторов, распределенных по представленным древовидным структурам, были сформированы опросники из 349 вопросов.

Размер репрезентативной выборки рассчитывался исходя из того, что общая численность сотрудников и работников подразделений пожаротушения в Российской Федерации по официальным данным МЧС России 2021 года [7] составляет более $N = 217,1$ тыс. чел. Для определения размера выборки была использована формула (1) из источников [12, 13].

$$n = 92N^{0,16} = 658 \text{ чел.} \quad (1)$$

Всего было опрошено 736 чел., качественные результаты получены от 663 респондентов, что составляет 90,1 % от общего объема выборки.

Для определения значимости различных локальных направлений деятельности ПСП в дереве целей рассматривались все элементы пути от корня дерева целей (V_0) до конечной вершины (листа, обозначаемого – V_L). Например, путь до листа 2b1 дерева целей (рис. 3) записывается в следующем виде: $Path[0:2b1] = \{0, 2, 2b, 2b1\}$. Это позволяет упорядочить форму записи элементов графа и определить численную оценку листьев с учетом влияния всех составляющих элементов дерева целей.

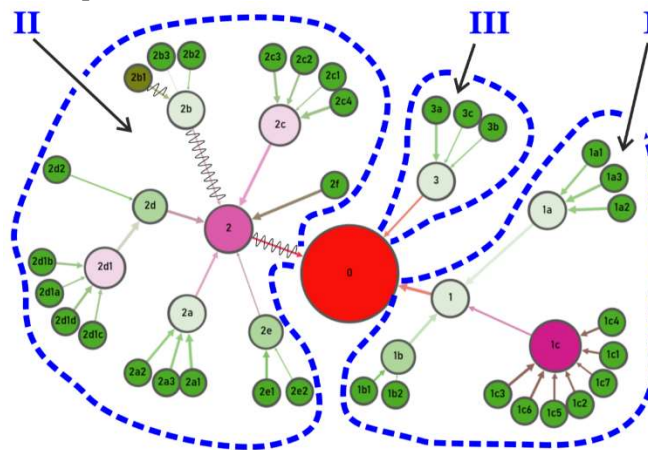


Рис. 3. Принцип обозначения элементов дерева целей: для примера путь от корня V_0 до листа 2b1 выделен волнистой линией – $Path[0: 2b1]$; ветви – совокупность элементов графа, ограниченная пунктиром. Всего в данном дереве три ветви в областях – I, II и III соответственно

Состав элементов всех путей в деревьях определен с помощью алгоритма (рис. 4), написанного на языке программирования Python 3. Рабочий код представлен в репозитории [9].

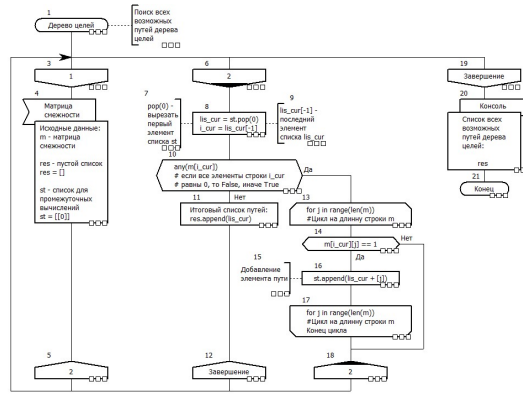


Рис.4. ДРАКОН-схема алгоритма определения путей в дереве целей

Средний вес \bar{W}_i i -го пути дерева целей рассчитывается по формуле (2):

$$\bar{W}_i(Path[0: L_i]) = \frac{1}{n_i} \sum_{j=0}^{n_i} w_j \quad (2)$$

где n_i – количество вершин в составе i -го пути, ед. w_j – вес j -ой вершины, L_i – конечная вершина (лист) i -го пути.

Удельный вес k -ой ветви определяется по формуле (3):

$$I_k = \frac{1}{N_L} \sum_{m=1}^{N_L} \bar{W}_m(Path[0: L_m]) \quad (3)$$

где N_L – количество листьев в k -ой ветви.

Результаты построения дерева целей представлены в таблице 4.

Табл. 4. Обобщенные результаты дерева целей – эффективности пожаротушения

Эффективность пожаротушения (уровень 0)							
Первое направление				Второе направление			
Ветвь	Средний вес, \bar{W}	Количество листьев N_L , ед.	Удельный вес ветви, I_k	Ветвь	Средний вес, \bar{W}	Количество листьев N_L , ед.	Удельный вес ветви, I_k
I	882,31	110	8,02	I	94,65	12	7,89
II	224,24	29	7,73	II	125,84	18	6,99
III	470,93	58	8,12	III	19,73	3	6,58
IV	106,72	14	7,62			$\sum_L = 33$	
V	53,99	7	7,71				
VI	34,44	5	6,89				
VII	69,11	10	6,91				
VIII	30,52	4	7,63				
IX	11,84	2	5,92				
		$\sum_L = 239$					

По первому направлению (рис. 1) наиболее тщательно проработана и структурирована ветка I «Караульная служба - Повышение боеготовности. Подготовка к выезду на пожар».

Это объясняется тем, что для изучения параметров плановой повседневной деятельности ПСП имеются относительно «комфортные» условия, чем для действий, выполняемых в условиях боевой обстановки на пожарах. По второму направлению (рис. 1) первая и вторая, соответственно «Направленность поддержание рабочего состояния организации» и «Критерии по отношению к основным показателям успешной деятельности организации».

Вывод

Стратегической целью управления процессом организации пожаротушения является обеспечение соответствия:

- задачам и структуре СОПБ, формам и способам его практического применения;
- возможностям бюджетного финансирования расходов на организацию деятельности по тушению пожаров.

Применение метода дерева целей в данном случае позволяет упорядочить слабоструктурированные задачи управления, основанные на интуиции лица принимающего решения. Дальнейшая поэтапная декомпозиция позволяет перенаправить деятельность всех составляющих элементов дерева целей на достижение единой цели. Выстроить четко структурированную систему приоритетов и обозначить рациональные пути достижения цели – повышение эффективности деятельности пожарно-спасательных гарнизонов по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ.

Список источников

1. Постановление Правительства РФ от 2 августа 2010 г. № 588 «Об утверждении Порядка разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями)
2. Порошин А.А. Новиков А.С. Программно-целевое планирование в области пожарной безопасности // Пожарная безопасность. - №4–2013. С.103-106.
3. Программно-целевое планирование в развитии промышленности / Т.В. Алексахина // Электронный научно-экономический журнал «Стратегии бизнеса», 2017, № 3 URL: <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2017-3-14-20> (дата обращения - 29.05.2022)
4. Поспелов Г. С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. – М.: Советское радио, 1976. – 440 с. URL: <http://www.ccas.ru/pospgerm/pospger8.htm> (дата обращения 31.01.2018)
5. Поспелов Г.С. Процедуры и алгоритмы формирования комплексной программы. – М.: Наука, 1985.
6. Теория и практика разработки принятия и реализации управленческих решений в предпринимательстве / А. Н. Асаул, В. П. Грахов, О. С. Коваль, Е. И. Рыбнов; под ред. заслуженного деятеля науки РФ, д-ра экон. наук, профессора А. Н. Асаула. — СПб.: АНО «ИПЭВ», 2014. — 304 с.
7. Отчет по НИР «Анализ действий пожарной охраны при тушении крупных пожаров и проведении связанных с ними аварийно-спасательных работ на территории Российской Федерации», отв. исп. Власов К.С. ВНИИПО. 2021 г.
8. Жемчугов А.М., Жемчугов М.К. Организация предприятия: принципы построения дерева целей // Проблемы экономики и менеджмента. – 2016. – № 4. – С. 4–12.
9. Репозиторий GitHub: <https://github.com/VistaSV30/economics/blob/main/Tree04-06-22print.xlsm>
10. Понятие «крупный пожар» и критерии его определения / Порошин А.А., Власов К.С. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2021, №3 С.37-44 URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2021/v3/N22_37-44.pdf (дата обращения - 01.01.2022)
11. Метод определения параметров крупных пожаров на основе технологий Big Data / Власов К.С., Порошин А.А. // Пожарная безопасность. 2022. № 2 (107). С. 46-54.
12. Паниотто В.И. Качество социологической информации (Методы оценки и процедуры обеспечения) / Киев, Наукова думка, 1986, 209 с.

13. Кошевой О.С. Карпова М.К. Определение объема выборочной совокупности при проведении региональных социологических исследованиях // Известия высших учебных заведений. Приволжский регион. Общественные науки. 2011. N2(18) с.98-103.

List of sources

1. Resolution of the Government of the Russian Federation of August 2, 2010 No. 588 "On Approval of the Procedure for the development, implementation and evaluation of the effectiveness of state programs of the Russian Federation" (with amendments and additions)

2. Poroshin A.A. Novikov A.S. Program-target planning in the field of fire safety // Fire safety. - No. 4-2013. pp.103-106.

3. Program-target planning in the development of industry / T.V. Aleksashina // Electronic scientific and Economic journal "Business Strategies", 2017, No. 3 URL: <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2017-3-14-20> (accessed 29.05.2022)

4. Pospelov G. S., Irikov V.A. Program-target planning and management. – Moscow: Sovetskoe radio, 1976. – 440 p. URL: <http://www.ccas.ru/pospgerm/pospger8.htm> (accessed 31.01.2018)

5. Pospelov G.S. Procedures and algorithms for the formation of a comprehensive program. – М.: Nauka, 1985.

6. Theory and practice of development, adoption and implementation of managerial decisions in entrepreneurship / A. N. Asaul, V. P. Grakhov, O. S. Koval, E. I. Rybnov; edited by Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Economics, Professor A. N. Asaul. — St. Petersburg: ANO "IPEV", 2014. — 304 p.

7. R&D Report "Analysis of fire protection actions in extinguishing large fires and carrying out emergency rescue operations related to them on the territory of the Russian Federation", rev. isp. Vlasov K.S. VNIPO. 2021

8. Zhemchugov A.M., Zhemchugov M.K. Enterprise organization: principles of building a tree of goals // Problems of economics and management. – 2016. – No. 4. – pp. 4-12.

9. GitHub Repository: <https://github.com/VistaSV30/economics/blob/main/Tree04-06-22print.xlsm>

10. The concept of "large fire" and criteria for its definition / Poroshin A.A., Vlasov K.S. // Scientific and analytical journal "Siberian Fire and Rescue Bulletin", 2021, No. 3 С.37-44 URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2021/v3/N22_37-44.pdf (date of application - 01.01.2022)

11. Method for determining the parameters of large fires based on technologies Big Data / Vlasov K.S., Poroshin A.A. // Fire safety. 2022. No. 2 (107). pp. 46-54.

12. Paniotto V.I. The quality of sociological information (Assessment methods and procedures for ensuring) / Kiev, Naukova dumka, 1986, 209 p.

13. Koshevoy O.S. Karpova M.K. Determination of the volume of the sample population during regional sociological research // Izvestiya of higher educational institutions. Volga region. Social sciences. 2011. N2(18) p.98-103.

Информация об авторах

К.С. Власов - кандидат технических наук

А.А. Порошин - доктор технических наук

Information about the author

K.S. Vlasov - Ph.D. of Engineering Sciences

A.A. Poroshin - Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Engineering Sciences

Статья поступила в редакция 08.08.2022; одобрена после рецензирования 28.09.2022; принята к публикации 29.09.2022.

The article was submitted 08.08.2022, approved after reviewing 28.09.2022, accepted for publication 29.09.2022.