

Научная статья
УДК 004.051
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2025.56.15.003

Методика и комплекс алгоритмов совершенствования управления структурными подразделениями центра управления в кризисных ситуациях МЧС России

Владимир Александрович Счастливец¹

Камиль Закирович Билятдинов²

¹Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
Санкт-Петербург, Россия

¹<https://orcid.org/0009-0000-7484-7413>

²<https://orcid.org/0000-0003-4027-1449>

*Автор, ответственный за переписку: Владимир Александрович Счастливец,
vlsch1004@mail.ru*

Аннотация. В составе методики представлены комплекс алгоритмов и системно интегрированные апробированные математические модели для дальнейшего совершенствования управления структурными подразделениями центров управления в кризисных ситуациях. Предложено описание алгоритмов и усовершенствованных формул для прогнозирования развития чрезвычайных ситуаций, распределения ресурсов, координации действия и оценки эффективности функционирования структурных подразделений центра управления в кризисных ситуациях. Методологические решения по параллельному решению задач управления и циклическому характеру информационных процессов управления обеспечивают возможность сокращения времени информационного цикла управления структурными подразделениями центра управления в кризисных ситуациях МЧС России. Актуальность исследования обусловлена устойчивым ростом частоты, масштабов и сложности чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, что ставит перед системой гражданской защиты задачу повышения оперативности, адаптивности и научной обоснованности управленческих решений в условиях высокой динамики и неопределённости. Научная новизна работы заключается в синергетической интеграции апробированных математических моделей в единый циклический процесс управления, обеспечивающий кумулятивный эффект при многократном применении методики за счёт накопления и ретрансляции информационных ресурсов. Теоретическая значимость состоит в развитии научно-методологической базы управления организационными системами в кризисных условиях, включая формализацию взаимосвязей между прогнозированием, распределением ресурсов, координацией и оценкой эффективности. Практическая значимость проявляется в возможности сокращения времени принятия решений, повышении качества реагирования и оптимизации использования имеющихся сил и средств без дополнительных затрат ресурсов.

Ключевые слова: алгоритм, оценка эффективности, интеграция, синергетический и кумулятивный эффекты, управленческие решения, организационные системы, оценка эффективности

Для цитирования: Счастливец В.А., Билятдинов К.З. Методика и комплекс алгоритмов совершенствования управления структурными подразделениями центра управления

в кризисных ситуациях МЧС России // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 4 (39). С. 32-41. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.56.15.003>.

Original article.

Method and complex of algorithms for improving the management of structural units of the center of the EMERCOM of Russia

Vladimir A. Schastlivtsev¹

Kamil Z. Bilyatdinov²

¹*Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, Russia*

²*Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg, Russia*

¹<https://orcid.org/0009-0000-7484-7413>

²<https://orcid.org/0000-0003-4027-1449>

Corresponding author: Vladimir A. Schastlivtsev, vlsch1004@mail.ru

Abstract. The methodology includes a set of algorithms and systemically integrated, tested mathematical models aimed at further improving the management of structural units within crisis management centers. The paper presents descriptions of algorithms and refined formulas for forecasting the development of emergencies, resource allocation, coordination of actions, and evaluation of the operational efficiency of structural units of the Crisis Management Center. Methodological approaches based on parallel task execution and the cyclic nature of information management processes enable a reduction in the duration of the information cycle for managing structural units of the Crisis Management Centers of the EMERCOM of Russia. The relevance of the study is due to the steady increase in the frequency, scale and complexity of natural and man-made emergencies, which sets the task for the civil protection system to increase the efficiency, adaptability and scientific validity of management decisions in conditions of high dynamics and uncertainty. The scientific novelty of the work lies in the synergetic integration of proven mathematical models into a single cyclic management process, which provides a cumulative effect with repeated application of the methodology due to the accumulation and retransmission of information resources. The theoretical significance lies in the development of the scientific and methodological basis for managing organizational systems in crisis conditions, including the formalization of the interrelationships between forecasting, resource allocation, coordination and efficiency assessment. The practical significance is shown in the possibility of reducing decision-making time, improving the quality of response and optimizing the use of available forces and means without additional expenditure of resources.

Keywords: algorithm, performance evaluation, integration, synergistic and cumulative effects, management decisions, organizational systems, performance evaluation

For citation: Schastlivtsev V.A., Bilyatdinov K.Z. Method and complex of algorithms for improving the management of structural units of the center of the EMERCOM of Russia // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2025. № 4 (39). С. 32-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.56.15.003>.

Введение

В современных условиях возрастающей сложности и масштабов чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС) повышение эффективности функционирования структурных подразделений (далее — СП) центров управления в кризисных ситуациях (далее — ЦУКС) становится одной из важнейших задач обеспечения безопасности населения и территорий. Сложность управления в условиях ЧС обусловлена ограниченностью времени на принятие решений и высокой динамикой изменения обстановки.

Поэтому повышение эффективности функционирования СП ЦУКС, как организационных систем, будет напрямую со снижением времени принятия рациональных управленческих решений и усилением научного обоснования решений без затрат дополнительных ресурсов системы.

Результаты анализа апробированных методологических решений [1-3] в сфере управления при аналогичных условиях показали объективную необходимость дальнейшего совершенствования управления ЦУКС в направлении комплексного применения возможностей современных технологий и алгоритмов [4-9] для повышения эффективности функционирования СП ЦУКС МЧС России.

Таким образом, сегодня вполне обоснованно сформулировать постановку задачи исследования: разработать методику совершенствования управления СП ЦУКС в интересах повышения эффективности их функционирования (далее – Методика). В составе Методики сформировать комплекс взаимосвязанных алгоритмов, применимых для реализации Методики с помощью существующих и перспективных аппаратно-программных средств АСУ ЦУКС для обеспечения принятия своевременных и обоснованных управленческих решений в сфере безопасности населения и территорий.

Основная часть

Назначение Методики (Рис.1): обеспечение оперативного реагирования на ЧС, рационального распределения ресурсов, координации действий сил и средств, а также для минимизации последствий ЧС.

Сущность Методики: повышение (обеспечение) эффективности функционирования ЦУКС достигается путем системного и комплексного применения современных технологий и алгоритмов управления (Рис.1-5), а также усовершенствованного математического аппарата с учётом специфики деятельности ЦУКС в условиях неопределённости [1, 7-9].

Допущения:

1. В процессе реализации Методики и алгоритмов непосредственное участие должны принимать подготовленные специалисты СП ЦУКС и штатные средства АСУ и связи.

2. Для достижения синергетического и кумулятивного эффектов СП ЦУКС функционируют согласно общему алгоритму Методики (рис. 1), который обеспечивает параллельное выполнение задач.

Введенные допущения позволяют одновременно учитывать прогнозирование ЧС, распределение ресурсов, координацию действий и анализ эффективности функционирования, что значительно повышает оперативность и эффективность функционирования ЦУКС.

Ограничения: применение Методики не должно нарушать требований информационной безопасности, а также не должно требовать дополнительных затрат ресурсов на ее реализацию.

Применение Методики предусматривает последовательное выполнение следующих этапов:

1. Постановка ЛПР задачи на совершенствование управления ЦУКС.
2. Сбор анализ исходных данных.
3. Реализация Методики посредством алгоритмов (Рис.1-5).
4. Контроль выполнения задачи.
5. Корректировка и улучшение деятельности СП ЦУКС.
6. Оценка выполнения задачи.
7. Формирование интеграционных ресурсов развития и пополнение информационных ресурсов ЦУКС в интересах дальнейшего совершенствования управления.

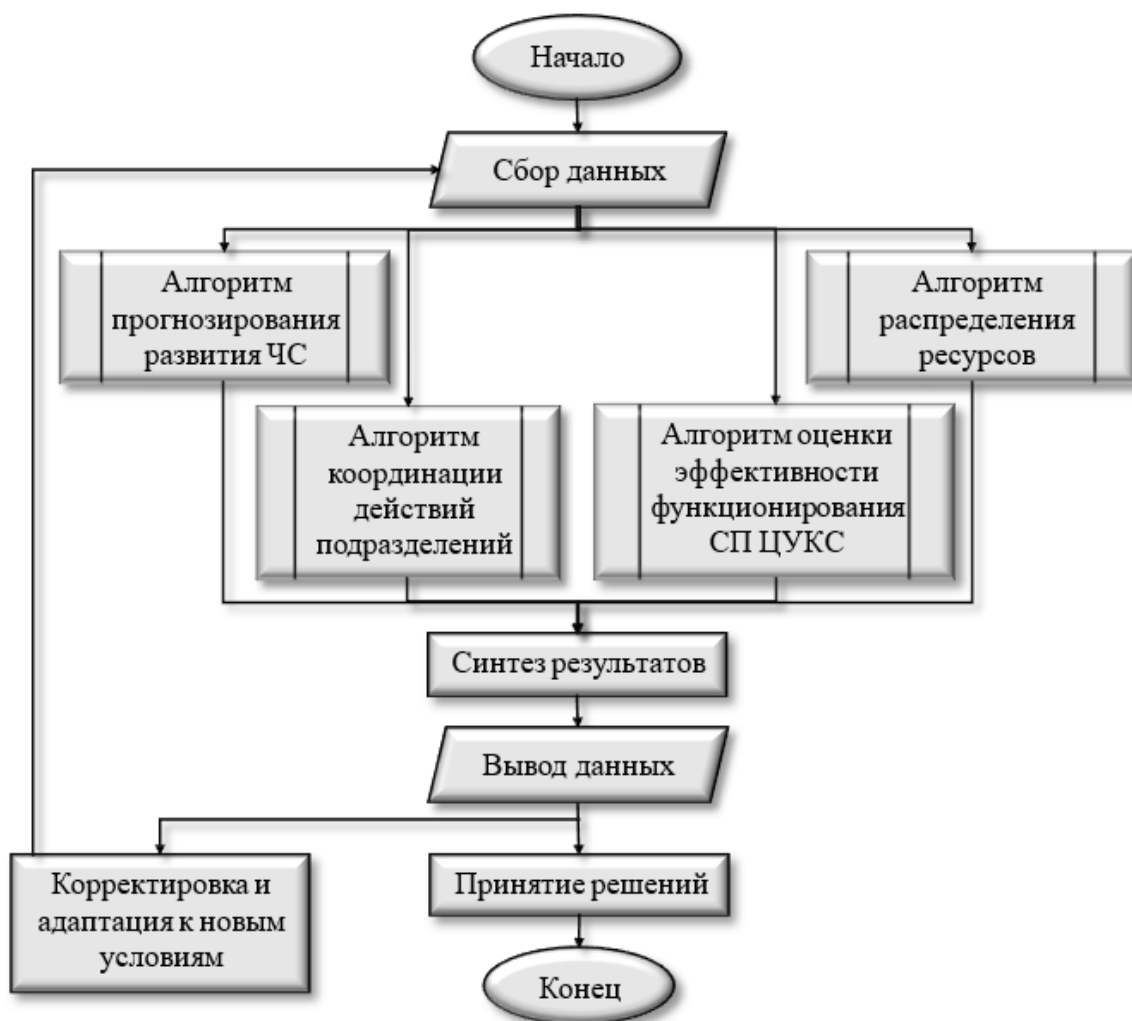


Рис.1. Схема алгоритма Методики совершенствования управления СП ЦУКС

В Методике реализованы системное применение интегрированных апробированных математических моделей и параллельное решение задач управления – основных компонентов Методики (Рис.1):

Алгоритм прогнозирования развития ЧС

Целью прогнозирования ЧС является заблаговременное получение качественной и количественной информации о возможном времени и месте ЧС, характере и степени связанных с ними опасностей для населения и территорий и оценка возможных масштабов и ущерба от ЧС [4].

Назначение: для оценки вероятности возникновения ЧС на основе данных мониторинга, метеорологических и статистических данных.

Входными данными являются:

1. Метеорологические параметры: температура, осадки, скорость и направление ветра.
2. Данные мониторинга термических точек: информация о лесных пожарах, уровнях загрязнения воздуха и других факторах.
3. Статистические данные о частоте ЧС в регионе.

Выходные данные: прогнозируемая обстановка, включающая вероятность возникновения ЧС в оцениваемый период времени.

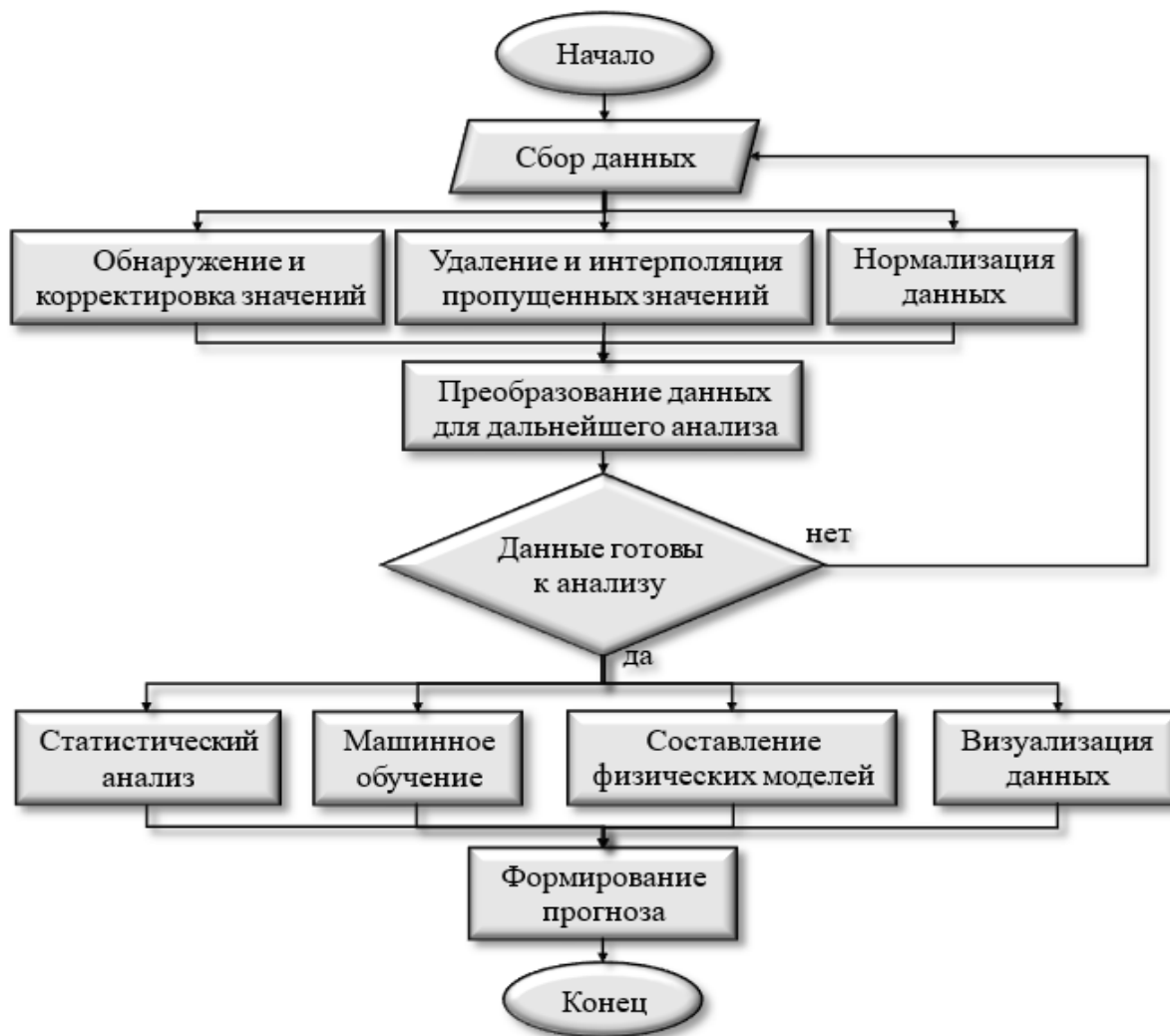


Рис.2. Алгоритм прогнозирования развития ЧС

Алгоритм распределения ресурсов

Эффективность деятельности СП МЧС России определяется результатами управления их ресурсами [5].

Назначение: для расчета распределения ресурсов сил и средств для ликвидации ЧС и последствий стихийных бедствий.

Входными данными являются:

1. Текущее состояние системы ($S(t)$): данные о доступных ресурсах, их местоположении и готовности.
2. Желаемое состояние системы ($S_d(t)$): параметры, которые необходимо достичь для ликвидации ЧС.
3. Вектор управляющих воздействий ($U(t)$): действия, которые могут быть предприняты для изменения состояния системы.

Выходные данные: распределение ресурсов ($R_{тр}$).

Распределение ресурсов рассчитывается по формуле:

$$R_{тр} = \arg \min(\|S(t) - S_d(t)\|^2 + \|U(t)\|^2)$$

где, $\|\cdot\|$ — евклидова норма.

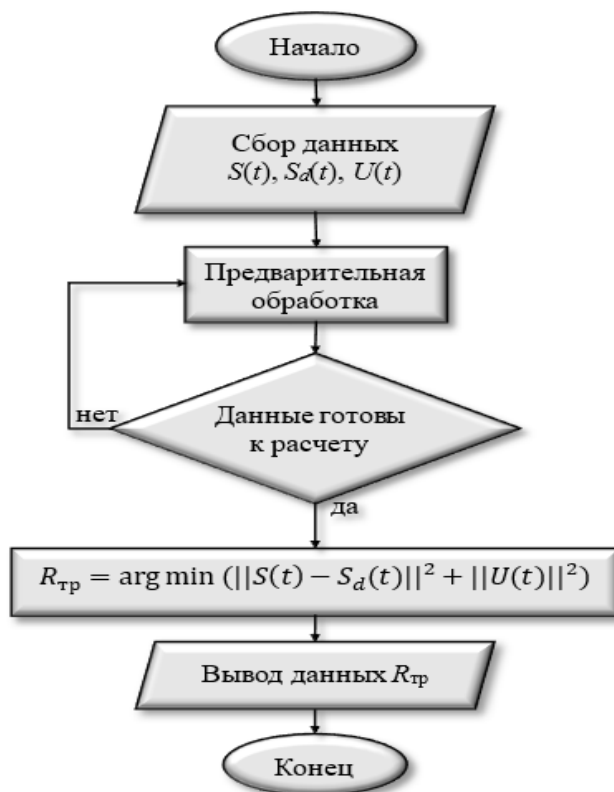


Рис.3. Алгоритм распределения ресурсов

Алгоритм координации действий подразделений

Назначение: для обеспечения взаимодействия между СП ЦУКС для выполнения задач по ликвидации ЧС.

Входными данными являются:

1. Информация о текущих задачах каждого подразделения.
2. Графики взаимодействия: временные рамки выполнения задач.
3. Данные о состоянии связи и информационного обмена.

Выходные данные: исходная информация для составления плана выполнения задач с указанием ответственных лиц и сроков.

Координация действий основана на методе критического пути.

Метод критического пути помогает лицам, принимающим решение (далее — ЛПР), определить наиболее важные задачи в рамках осуществляемой деятельности. Любые задержки на критическом пути ведут к увеличению сроков работ, для сокращения времени выполнения задачи необходимо сокращать длину задач, находящимся на критическом пути.

Отсюда можно сформулировать рекомендации ЛПР:

1. Анализ критического пути предоставляет возможность для сравнения фактического продвижения работы с ожидаемыми результатами.
2. Отслеживая результаты по исходным показателям, целесообразно определить причины недостатков функционирования СП ЦУКС и принять меры по их устранению [6].

Для каждой задачи определяется время выполнения (T_i), и строится граф зависимостей. Критический путь вычисляется как:

$$T_{\text{крит}} = \max \left(\sum T_i \right)$$

где, T_i — время выполнения i -й задачи.

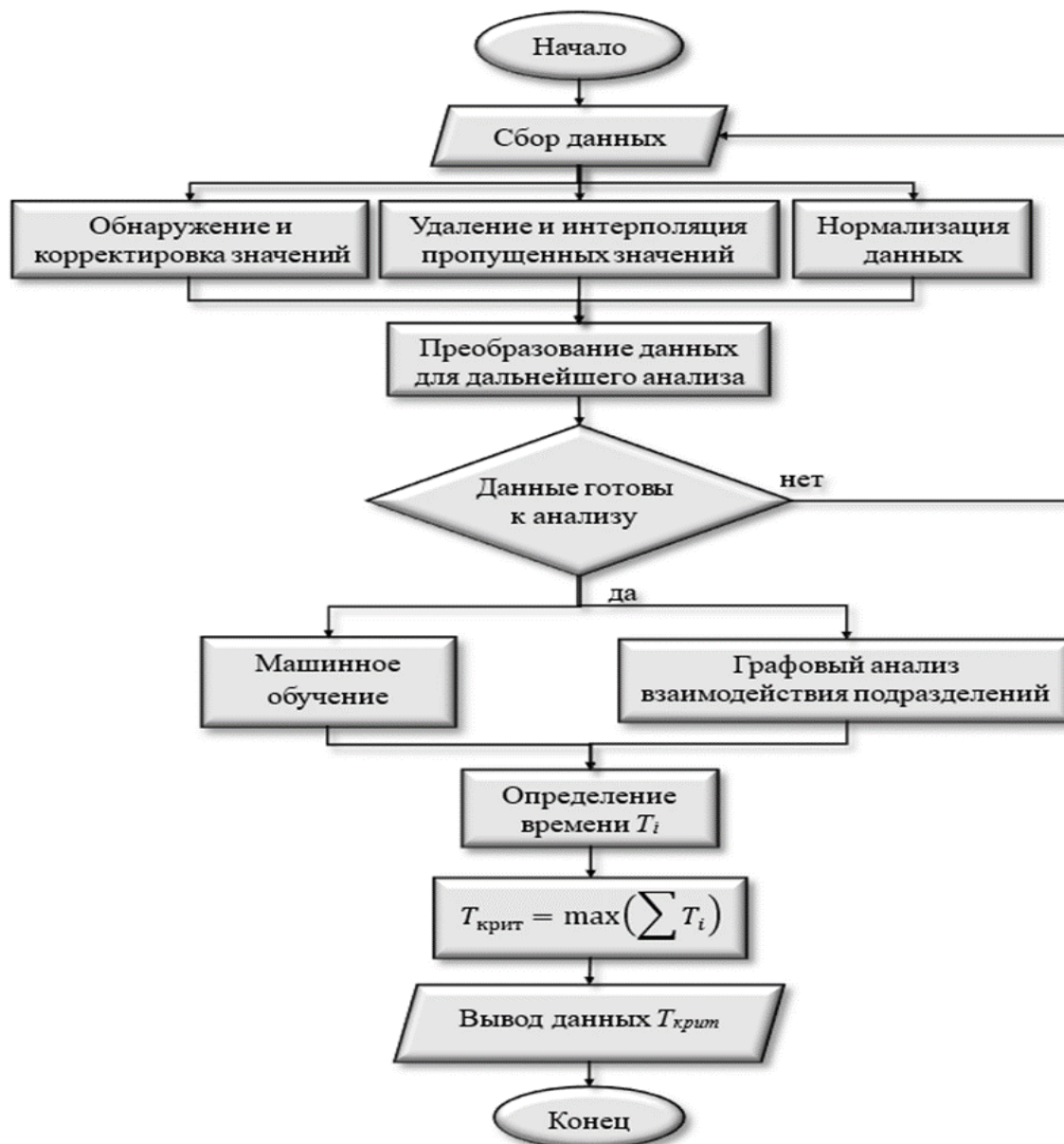


Рис.4. Алгоритм координации действий подразделений

Алгоритм оценки эффективности функционирования СП ЦУКС

Назначение: оценка эффективности функционирования СП ЦУКС, выявление недостатков для планирования мероприятий по их устранению.

Входными данными являются:

1. Отчеты о выполнении задач за прошедшие сутки.
2. Данные о времени реагирования, количестве задействованных сил и средств.
3. Информация о результатах ликвидации ЧС.

Выходные данные: количественная оценка эффективности (E), рекомендации по улучшению работы.

Эффективность рассчитывается по формуле:

$$E = w_1 \cdot \frac{Q_{\phi}}{Q_{\text{пл}}} + w_2 \cdot \left(1 - \frac{N_{\text{ош}}}{N_{\text{общ}}}\right) + w_3 \cdot \frac{R}{R_{\text{max}}} + w_4 \cdot G + w_5 \cdot \left(1 - \frac{T_{\text{ср}}}{T_{\text{доп}}}\right)$$

где, Q_{ϕ} — фактическое количество вызовов;

$Q_{\text{пл}}$ — планируемое количество вызовов;

$N_{\text{ош}}$ — количество ошибок;

$N_{\text{общ}}$ — количество событий;
 R — значение удовлетворенности (от 1 до 5);
 G — готовность сил и средств;
 $T_{\text{ср}}$ — среднее время реагирования;
 $T_{\text{доп}}$ — допустимое время реагирования;
 w_i — весовые коэффициенты.

Для проверки надежности результатов используется коэффициент конкордации (W). Если $W \geq 0.7$, то мнения экспертов считаются согласованными, в противном случае проводится повторный опрос эксперт с целью уточнения экспертной информации [7].

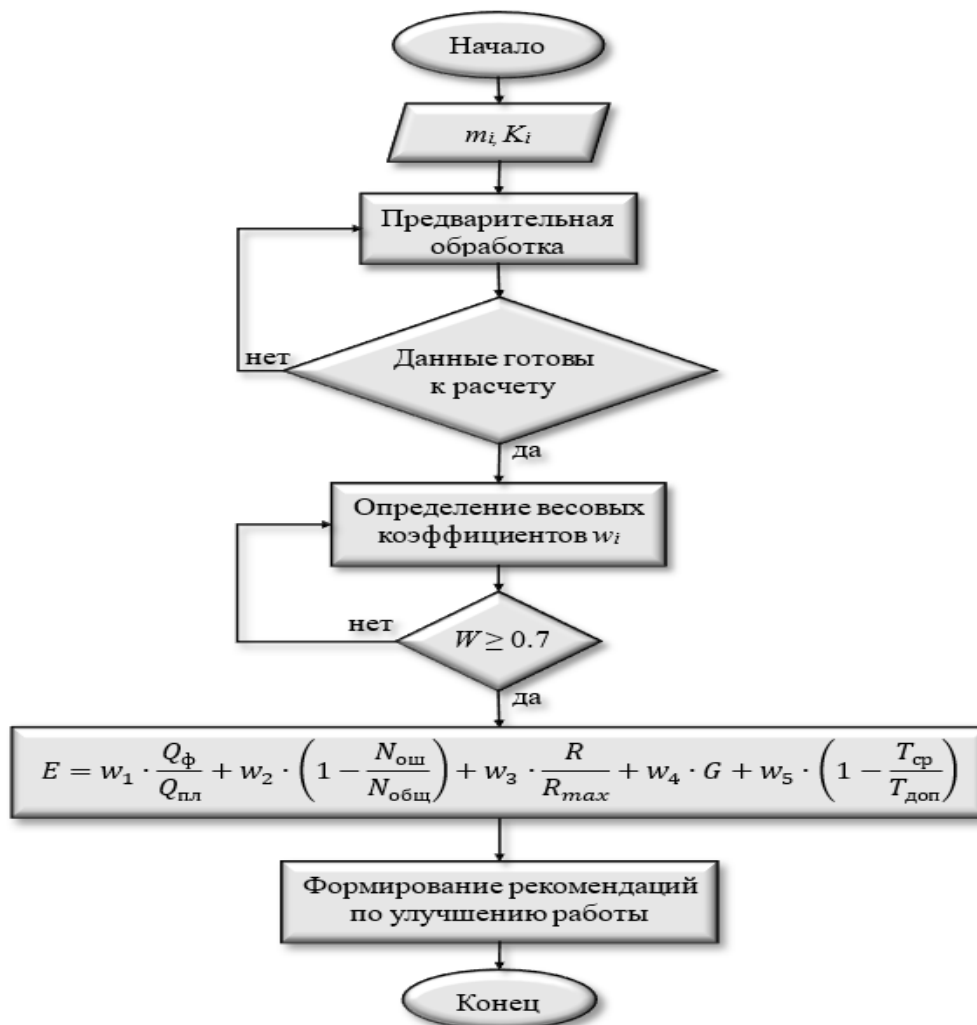


Рис.5. Алгоритм оценки эффективности функционирования СП ЦУКС

В качестве дискуссии важно отметить, что на практике прогнозирование ЧС может влиять на распределение ресурсов, а координация действий подразделений будет способствовать обоснованному учёту специфики конкретного СП ЦУКС и результатов оценки эффективности в заданный период времени. При каждом цикле применения алгоритмов накапливаются данные в информационных ресурсах ЦУКС, что позволяет постоянно совершенствовать управление ЦУКС, как организационной системы, и тем самым создается кумулятивный эффект, который в будущем будет оказывать на систему положительное воздействие.

Заключение

Научная новизна заключается в том, что в Методике, посредством реализации комплекса алгоритмов, системно интегрированы апробированные математические модели,

инновационные комплексные решения задач управления ЦУКС и научно-обоснованные рекомендации для дальнейшего совершенствования управления СП ЦУКС.

Теоретическая значимость состоит в том, что Методика развивает научно-методологическую базу управления ЧС, предоставляя должностным лицам ЦУКС усовершенствованные и адаптированные методологические решения для анализа и прогнозирования в процессе управления ЧС. В связи с этим Методика может применяться для дальнейших исследований в области системного анализа и управления рисками в сфере управления организационными системами.

Практическая значимость: благодаря системной интеграции алгоритмов, параллельному функционированию компонентов Методики и циклическому характеру информационных процессов управления обеспечивается возможность сокращения времени информационного цикла управления организационными системами, повышения своевременности и обоснованности принимаемых рациональных управленческих решений, а также достигаются синергетический и кумулятивный эффекты в процессе повседневной работы должностных лиц ЦУКС.

Перспективные области применения Методики:

- для повышения эффективности функционирования ЦУКС;
- для усиления практической направленности подготовки специалистов (повышения квалификации) в учебных заведениях МЧС России;
- для дальнейшего развития и совершенствования методологии управления ЧС и формирования ИР МЧС России.

Список источников

1. Билятдинов К.З., Шестаков А.В. Создание и использование информационных резервов при сопровождении больших технических систем // Труды учебных заведений связи. Т.6. № 4. 2020. С. 104-110.
2. Буйневич М.В., Ефимов В.В. Поддержка принятия управленческих решений службой эксплуатации глобально распределенных информационных систем на основе интеграционной модели данных состояния // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2022. – № 2. – С. 134-143. – EDN VOKIWX.
3. Воднев С.А., Матвеев А.В. Оценка эффективности реагирования аварийно-спасательных служб на чрезвычайные ситуации на транспорте // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2019. – № 2(50). – С. 110-117. – EDN XDDTYZ.
4. Горбунов С.В., Грязнов С.Н., Ильков А.В., Мальшев В.П., Пучков М.В. Организация мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2015. №2 (9).
5. Лабинский А.Ю., Бородушко И.В. Оптимизация управления ресурсами подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2022. №2.
6. Цгоева Н.А. К вопросу о применении метода критического пути в управлении проектами // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 87-4. – С. 146-150. – DOI 10.18411/trnio-07-2022-160. – EDN PVMIRW.
7. Счастливец В.А., Билятдинов К.З. Интегральная математическая модель для оценки состояния и эффективности функционирования центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2025. – № 1. – С. 56-63. – DOI 10.61260/2218-130X-2025-1-56-63. – EDN ZTHICH.
8. Счастливец В.А., Билятдинов К.З. Математическая модель центра управления в кризисных ситуациях МЧС России на основе оценки эффективности функционирования и матриц состояния // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2025. – № 2(37). – С. 72-79. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2025.72.44.019. – EDN YGXXJX.

9. Чурилина В.В., Билятдинов К.З. Комплекс методик и модель процесса получения данных для совершенствования управления организационными системами подразделений информационной безопасности МЧС России // Инженерный вестник Дона, №6 (2025) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2025/10142.

References

1. Bilyatdinov K.Z., Shestakov A.V. Creation and use of information reserves when accompanying large technical systems // Proceedings of educational institutions of communications. Vol.6. No. 4. 2020. pp. 104-110.
2. Buinevich M.V., Efimov V.V. Support for managerial decision-making by the service for the operation of globally distributed information systems based on an integration model status data // Scientific and analytical journal "Bulletin of the Saint Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia". – 2022. – No. 2. – pp. 134-143. – EDN VOKIWX.
3. Vodnev S.A., Matveev A.V. Assessment of the effectiveness of the response of emergency services to emergencies in transport // Problems of risk management in the technosphere. – 2019. – № 2(50). – Pp. 110-117. – EDN XDDTYZ.
4. Gorbunov S.V., Gryaznov S.N., Ilkov A.V., Malyshev V.P., Puchkov M.V. Organization of monitoring and forecasting of emergency situations // Strategy of civil protection: problems and research. 2015. №2 (9).
5. Labinsky A.Yu., Borodushko I.V. Optimization of resource management of units of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Scientific and analytical journal "Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia". 2022. No.2.
6. Tsgoeva N.A. On the application of the critical path method in project management // Trends in the development of science and education. – 2022. – No. 87-4. – pp. 146-150. – DOI 10.18411/trnio-07-2022-160. – EDN PBMIRW.
7. Schastlivtsev V.A., Bilyatdinov K.Z. Integral mathematical model for assessing the status and efficiency of the functioning of the crisis management centers of the EMERCOM of Russia. // Scientific and Analytical journal Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. – 2025. – No. 1. – pp. 56-63. – DOI 10.61260/2218-130X-2025-1-56-63. – EDN ZTHICH.
8. Schastlivtsev V.A., Bilyatdinov K.Z. Mathematical model of the crisis management center of the EMERCOM of Russia based on the evaluation of operational efficiency and state matrices. // Siberian Fire and Rescue Bulletin. – 2025. – № 2(37). – Pp. 72-79. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2025.72.44.019. – EDN YGXXJX.
9. Churilina V.V., Bilyatdinov K.Z. A set of methods and a model of the data acquisition process for improving the management of organizational systems of information security units of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Engineering Bulletin of the Don, No. 6 (2025) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2025/10142.

Информация об авторах

К.З. Билятдинов - доктор технических наук, доцент

Information about the author

K.Z. Bilyatdinov - Doctor of Technical Sciences, docent

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 25.09.2025, одобрена после рецензирования 30.11.2025, принята к публикации 15.12.2025.

The article was submitted 25.09.2025, approved after reviewing 30.11.2025, accepted for publication 15.12.2025.