

Научная статья
УДК 614.849
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.76.45.016

Методика комплексного анализа системы управления реагированием сил и средств РСЧС на чрезвычайные ситуации

Дмитрий Алексеевич Колеров¹
Андрей Александрович Балобанов²
Александр Владимирович Скрипка³
Вячеслав Валерьевич Шулепов⁴

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

¹<https://orcid.org/0000-0001-9800-4904>

²<https://orcid.org/0000-0003-3346-8171>

³<https://orcid.org/0000-0002-8834-3133>

Автор ответственный за переписку: Дмитрий Алексеевич Колеров, dima11rus@inbox.ru

Аннотация. При реагировании на чрезвычайные ситуации привлечение сил и средств РСЧС осуществляется по разработанным ранее планам, которые учитывают наиболее вероятные события, однако каждая чрезвычайная ситуация имеет индивидуальный характер и требует привлечения сил и средств исходя из текущей обстановки. Лицо, принимающее решение о привлечении сил и средств принимает решения в условиях неопределённости, вызванной недостаточностью информации о чрезвычайной ситуации и, как правило, стихийностью своего развития, которые выступают характерными явлениями на начальном этапе реагирования, именно в тот момент, когда необходимо отправить силы и средства. В связи с этим, при возникновении масштабных чрезвычайных ситуаций, требующих нестандартной совокупности привлекаемых сил и средств лицо, принимающее решение, может допустить ошибку при определении привлекаемых сил и средств. В связи с чем разработка методики комплексного анализа системы управления реагированием сил и средств РСЧС на чрезвычайные ситуации является исключительно актуальной задачей.

Ключевые слова: силы и средства, управление, реагирование, методика анализа, комплексный анализ, чрезвычайная ситуация, РСЧС

Для цитирования: Колеров Д.А., Балобанов А.А., Скрипка А.В., Шулепов В.В. Методика комплексного анализа системы управления реагированием сил и средств РСЧС на чрезвычайные ситуации // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 2 (29). С. 88-94. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.76.45.016>.

Original article

METHODOLOGY FOR A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE SYSTEM FOR MANAGING THE RESPONSE OF FORCES AND MEANS OF THE RSChS TO EMERGENCY SITUATIONS

Dmitry A. Kolerov¹
Andrey A. Balobanov²

*Alexander V. Scripka*³
Vyacheslav V. Shulepov

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

¹<https://orcid.org/0000-0001-9800-4904>

²<https://orcid.org/0000-0003-3346-8171>

³<https://orcid.org/0000-0002-8834-3133>

Corresponding author: *Dmitry A. Kolerov, dimal1rus@inbox.ru*

Abstract. When responding to emergency situations, the involvement of forces and means of the RSChS is carried out according to previously developed plans that take into account the most likely events, however, each emergency situation is individual and requires the involvement of forces and means based on the current situation. The person making the decision to attract forces and means makes decisions in conditions of uncertainty caused by insufficient information about the emergency and, as a rule, the spontaneity of its development, which are characteristic phenomena at the initial stage of the response, at the very moment when it is necessary to send forces and means. In this regard, in the event of large-scale emergencies that require a non-standard set of forces and means involved, the decision maker may make a mistake in determining the forces and means involved. In this connection, the development of a methodology for a comprehensive analysis of the system for managing the response of forces and means of the RSChS to emergency situations is an extremely urgent task.

Keywords: forces and means, control, response, analysis technique, complex analysis, emergency, RSChS

For citation: Kolerov D.A., Balobanov A. A., Scripka A. V., Shulepov V. V. Methodology for a comprehensive analysis of the system for managing the response of forces and means of the RSChS to emergency situations// *Siberian Fire and Rescue Bulletin*.2023;2(29): 88-94. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.76.45.016>.

Введение

Интенсивное развитие промышленности, урбанизация, рост численности населения планеты влечёт увеличение техногенной нагрузки, что в свою очередь приводит к увеличению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и тяжести последствий от него. Анализ статистических данных о ЧС за последние 10 лет показал, что общее количество ЧС уменьшается, однако увеличивается величина материального ущерба от них.

Кроме того, активно изменяется законодательство в области отнесения аварий и происшествий к категории ЧС, что приводит к их исключению из статистических данных. Отсюда можно сделать вывод, что реальное количество ЧС по критериям 2014 года было бы значительно больше. Рост масштабов ЧС приводит к увеличению числа жертв и материального ущерба. Так как полностью исключить возникновение ЧС не представляется возможным, то необходимо минимизировать последствия от них. Для обеспечения защищенности населения и территорий в РФ создана и функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), координация деятельности сил и средств (СиС) которой возложена на МЧС России, в частности на центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС), которые созданы и функционируют в каждом субъекте РФ. В рамках развития данной системы одним из перспективных направлений является совершенствование системы управления привлекаемыми СиС с целью оптимизации их применения. Для заблаговременного прогнозирования и подготовки СиС к реагированию на возникающие ЧС разрабатывается план действий, в котором указываются основные мероприятия, которые необходимо осуществлять при возникновении ЧС. На текущий момент при разработке плана действий проводится анализ ранее осуществлённого реагирования на ЧС и используются расчётные значения СиС, привлекаемых ранее. Однако такой подход оказывается не всегда верным, так как если решение было не совсем точным и оптимальным, то его будут считать таковым, что может повлечь

определённые трудности, при изменении параметров ЧС. Проведённый анализ управления СиС в зарубежных странах показал, что у МЧС России есть потенциал в области совершенствования управления привлекаемыми СиС РСЧС на ликвидацию ЧС [1]. Поэтому данная статья посвящена разработке методики комплексного анализа системы управления реагированием СиС РСЧС на ЧС.

Теоретические основы и методы исследования

В качестве теоретических основ для разработки методики была использована общая теория систем, теория управления, теория принятия решений [2]. В частности, с помощью общей теории систем была разработана структура системы управления реагированием СиС РСЧС на ЧС (Рис.4). С учётом основных положений теории управления, теории принятия решений и требований нормативных документов была разработана методика комплексного анализа системы управления реагированием СиС РСЧС на ЧС с учётом того, что лицо принимающее решение (ЛПР) действует в условиях неопределённости [3].

Результаты исследования и их обсуждение

На текущий момент привлечение СиС РСЧС для реагирования по предназначению производит ЛПР, которым, как правило, выступает старший оперативный дежурный ЦУКС [4]. Зачастую он не обладает необходимым опытом и компетенциями для быстрого принятия грамотного решения в нестандартной ситуации. Данный факт происходит по причине физической усталости ЛПР, большого количества альтернатив и необходимости принятия решения в кратчайшие сроки. В связи с этим нередко происходит недостаточное или неоптимальное привлечение СиС РСЧС на ЧС [5]. Что влечёт за собой увеличение материального ущерба, количества погибших и пострадавших при ЧС (Рис.1–3).



Рис.1. Статистические данные количества погибших от ЧС в РФ за последние 10 лет



Рис.2. Статистические данные количества пострадавших от ЧС в РФ за последние 10 лет



Рис.3. Статистические данные материального ущерба от ЧС в РФ за последние 10 лет

Система РСЧС функционирует на пяти уровнях. На каждом уровне в соответствии с масштабами ЧС и планом реагирования выделяются ряд основных направлений, представленных на Рис.4.

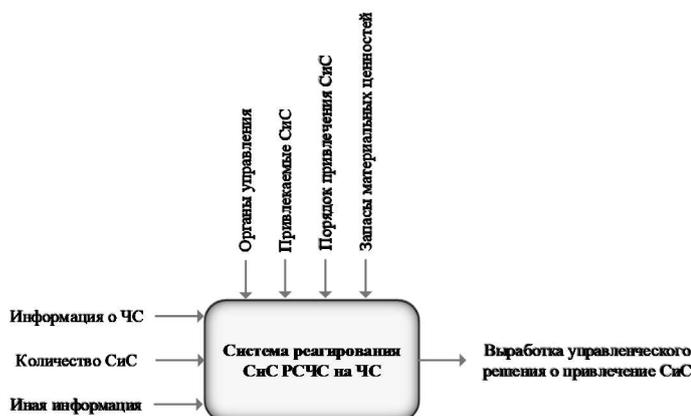


Рис.4. Структура системы управления реагированием СиС РСЧС на ЧС

Таковыми направлениями выступают:

- информация о ЧС (сведения очевидцев, данные систем мониторинга т.д.);
- количество СиС (данные о всех СиС, которые могут быть использованы для ликвидации ЧС);
- иная информация (требования нормативных документов и планов действий, последние в свою очередь могут содержать неточности, как было сказано ранее);
- органы управления (в соответствии с уровнем реагирования);
- привлекаемые СиС для ликвидации конкретной ЧС (количество единиц техники и личного состава);
- порядок привлечения СиС (зависит от уровня реагирования и от вида и масштабов ЧС, а так же требований нормативных документов и планов действий);
- запасы материальных ценностей (какие фонды необходимо задействовать для ликвидации ЧС и ее последствий исходя из потребностей);
- выработка управленческого решения о привлечении СиС (формирование конкретного решения по реагированию на ЧС в текущей обстановке).

На первом этапе происходит анализ состава привлекаемых СиС. ЛПР, выбирает состав СиС, которые будут задействованы при реагировании на ЧС. В данном случае имеется множество альтернатив, из которых необходимо выбрать оптимальную [6].

В данном случае в качестве ограничений выступает количество группировки СиС территориальной подсистемы РСЧС. Таким образом, показатель S характеризуется количеством

СиС (личный состав ($S_{лс}$), техника ($S_{т}$), технические средства ($S_{тс}$) и т.д.), позволяющим решать возникающие задачи.

$$S = \frac{S_{лс} + S_{т} + S_{тс} + \dots + S_n}{N},$$

где N – общее количество СиС территориальной подсистемы РСЧС.

На втором этапе происходит анализ порядка и своевременности привлечения сил и средств РСЧС, а именно оценивается порядок привлечения техники и личного состава, своевременность их прибытия к месту ЧС. На данном этапе ошибки ЛПР возникают, как правило, при неправильном учёте фактического времени следования СиС к месту ЧС и готовности техники к выезду для выполнения задач по предназначению.

$$P = \frac{P_{г} + P_{св}}{2}$$

В данном случае применяется коэффициент готовности техники ($P_{г}$) и коэффициент своевременности прибытия на место ЧС ($P_{св}$). Коэффициент готовности безразмерная величина и определяется исходя из отношения времени работы ($T_{раб}$) к сумме времени ремонта и работы ($T_{раб} + T_{рем}$):

$$P_{г} = \frac{T_{раб}}{T_{раб} + T_{рем}}$$

В случае своевременностью прибытия на место ЧС ограничением выступает нормативное время прибытия ($T_{треб}$), исходя из этого данное значение будет определяться следующим выражением:

$$P_{св} = \frac{T_{факт}}{T_{треб}},$$

где $T_{факт}$ – фактическое время прибытия.

В данном случае целесообразность расходования материальных ресурсов (R) будет оцениваться исходя из соотношения затраченных материальных средств на реагирование ($R_{зат}$) к возможной сумме ущерба ($R_{ущ}$).

$$R = \frac{R_{зат}}{R_{ущ}}$$

На третьем этапе происходит анализ целесообразности расходования резервов материальных ресурсов. Здесь может возникнуть ситуация, когда затраты на ликвидацию ЧСкратно превышают величину нанесённого материального ущерба.

Далее происходит интегральная оценка, формализованная в виде $Y = \langle S, P, R \rangle$, исходя из которой формируется вывод об эффективности функционирования системы управления реагированием СиС РСЧС.

При применении методики интегральной оценки каждый из полученных показателей не должен выходить за значение 1, в противном случае можно сделать вывод о нецелесообразности проведенных мероприятий.

При проведении оценки проведенных мероприятий необходимо выделить три категории:

- функционирует эффективно;
- функционирует недостаточно эффективно;
- функционирует неэффективно.

К первой категории относятся территориальные подсистемы, в которых все 3 показателя находятся в диапазоне больше 0,7.

Вторая категория – в диапазоне от 0,5 до 0,7.

Третья категория – меньше 0,5.

На Рис.5 изображена методика комплексного анализа системы управления реагированием СиС РСЧС на ЧС, отражающая этапы оценки управленческих решений, принимаемых ЛПР.

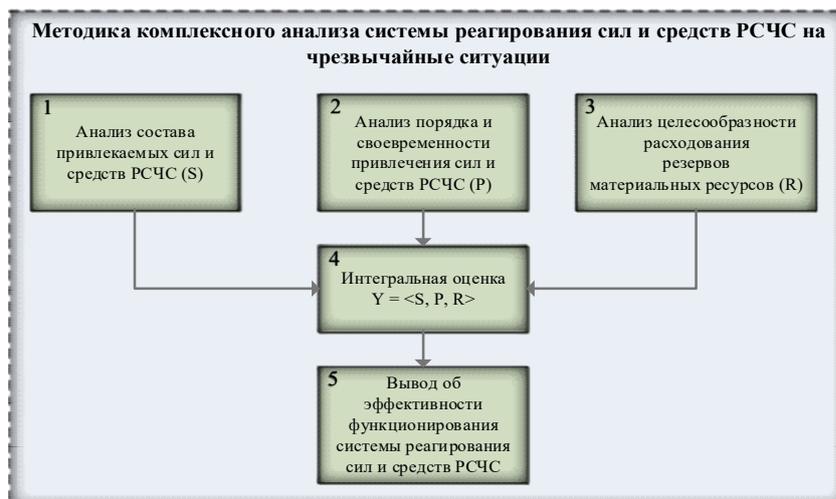


Рис.5. Методика комплексного анализа системы управления реагированием сил и средств РСЧС на ЧС

Разработанная методика позволяет оценивать, как существующие планы действий, а именно оптимальность принятых ранее решений, которые в нем предусмотрены, а так же при разработке новых планов.

Заключение

Таким образом, бурный рост промышленности, увеличение численности населения и производственных мощностей влечёт увеличение тяжести ЧС и масштабности их последствий. От своевременности и достаточности привлекаемых СЧС РСЧС в зону ЧС зачастую зависит количество спасённых людей и общая величина нанесённого материального ущерба. Анализ существующей системы управления СЧС РСЧС в России и зарубежных странах показал, что в РФ существует потенциал для оптимизации управления привлекаемыми СЧС в зону ЧС. Для совершенствования управления была разработана методика комплексного анализа системы управления реагированием СЧС РСЧС на ЧС, применение которой позволит: повысить точность создаваемых планов действий, оптимизировать процесс управления реагированием СЧС РСЧС на ЧС, сократить количество пострадавших, величину материального ущерба и оценить достоверность принимаемого решения ЛПР при реагировании на ЧС.

Список источников

1. Колеров, Д. А. Комплексный анализ причин возникновения чрезвычайных ситуаций на транспорте / Д. А. Колеров, А. И. Потапов, О. В. Уткин // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). – 2022. – № 3(43). – С. 38-46.
2. Антюхов В. И. Системный анализ и принятие решений / В. И. Антюхов, М. И. Гвоздик, В. Г. Евграфов, С. Л. Исаков, В. И. Куватов, Г. Б. Ходасевич; под ред. В. С. Артамонова – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский ун-т ГПС МЧС России, 2017. – 389 с.
3. Матвеев А. В. Методы моделирования и прогнозирования. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева, 2022. 230 с.
4. Куватов, В. И. Оценка эффективности управления безопасностью на объектах водного транспорта / В. И. Куватов, Г. Н. Заводсков, Д. А. Колеров // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2022. – № 4. – С. 81-90.
5. Куватов, В.И. Метод интеллектуальной поддержки управленческих решений с помощью ассоциативных связей при прогнозировании чрезвычайных ситуаций / В.И. Куватов, А.А. Горбунов, Д.А. Колеров // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2022. – № 2. – С. 116-124.

6. Колеров, Д. А. Актуальные проблемы управления силами и средствами в зоне ЧС и новые подходы к их решению / Д. А. Колеров, А. А. Балобанов // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в Год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти частях, Москва, 01 марта 2023 года / Сост. В.С. Бутко, М.В. Алешков, С.В. Подкосов, А.Г. Заворотный [и др.]. Том Часть IV. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023.

References

1. Kolerov, D. A. A comprehensive analysis of the causes of emergencies in transport / D. A. Kolerov, A. I. Potapov, O. V. Utkin // Natural and technogenic risks (physical, mathematical and applied aspects). - 2022. - issue. 3 (43). – pp. 38-46.

2. Antyukhov V. I. System analysis and decision making / V. I. Antyukhov, M. I. Gvozdik, V. G. Evgrafov, S. L. Isakov, V. I. Kuvatov, G. B. Khodasevich; edited by V. S. Artamonov – St. Petersburg: St. Petersburg Un-t GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2017. – 389 p.

3. Matveev A. V. Metody modelirovaniya i prognozirovaniya [Methods of modeling and forecasting]. Saint-Petesburg: Sankt-Peterburgskij universitet GPS MCHS Rossii named after the Hero of the Russian Federation General of the Army E. N. Zinichev, 2022, 230 p.

4. Kuvatov, V. I. Assessment of the effectiveness of safety management at water transport facilities / V. I. Kuvatov, G. N. Zavodskov, D. A. Kolerov // Scientific and analytical journal "Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies Russia". - 2022. - issue 4. - pp. 81-90.

5. Kuvatov, V. I., Gorbunov, A. A., Kolerov, D. A. The method of intellectual support for management decisions using associative links in forecasting emergency situations. University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. - 2022. - issue 2. - pp. 116-124.

6. Kolerov, D. A. Actual problems of managing forces and means in the emergency zone and new approaches to their solution / D. A. Kolerov, A. A. Balobanov // Civil defense on guard of peace and security: Proceedings of the VII International Scientific and practical conference dedicated to the World Civil Defense Day in the year of the 90th anniversary of the formation of the Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. In 5 parts, Moscow, March 01, 2023 / Comp. V.S. Butko, M.V. Aleshkov, S.V. Podkosov, A.G. Zavorotny [i dr.]. Volume Part IV. - Moscow: Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief, 2023.

Информация об авторах

А.А. Балобанов - кандидат технических наук

А.В. Скрипка - кандидат технических наук, доцент

Information about the author

A.A. Balobanov - Ph.D. of Engineering Sciences

A.V. Skripka - Ph.D. of Engineering 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 24.04.2023; одобрена после рецензирования 12.05.2023; принята к публикации 26.06.2023.

The article was submitted 24.04.2023, approved after reviewing 12.05.2023, accepted for publication 26.06.2023.