

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

УДК 001.891.572

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПО ОБОСНОВАНИЮ ПЕРЕЧНЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ УЩЕРБА ОТ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОБЪЕКТАХ

Рыбаков Анатолий Валерьевич, Янышев Павел Анатольевич
Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлено исследование воздействия мер государственной политики в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на факторы, приводящие к авариям на объектах нефтяной промышленности.

Описаны ключевые этапы разработки методического подхода к формированию перечня мероприятий, реализуемых в рамках государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 г.: анализ причин аварий (на основе данных из отчетов расследований Ростехнадзора), корреляционный анализ и построение регрессионной модели. Сформулирована оптимизационная задача, связанная с минимизацией ущерба за счет влияния на объемы мероприятий защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Представлены выводы из корреляционного анализа объемов мероприятий, а также построена зависимость ущерба от их объемов.

Полученные результаты позволяют обоснованно формировать планы финансирования мероприятий, направленных на снижение вероятности и последствий аварий, что особенно актуально для объектов добычи нефти, где высок риск техногенных аварий.

Разработанная методика может быть использована органами государственной власти и промышленными предприятиями для повышения эффективности бюджетного планирования и обеспечения максимальной защиты населения и территорий.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающие объекты, корреляционный анализ, ущерб от аварий, защита населения и территорий, мероприятия в области защиты от чрезвычайных ситуаций

Для цитирования: Рыбаков А. В., Янышев П. А. Разработка методики по обоснованию перечня мероприятий по снижению ущерба от возможных аварий на нефтеперерабатывающих объектах // Техносферная безопасность. 2025. № 1 (46). С. 153–164.

THE DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY FOR SUBSTANTIATING A LIST OF MEASURES TO REDUCE DAMAGE FROM POSSIBLE ACCIDENTS AT OIL REFINERIES

Anatoly V. Rybakov, Pavel A. Yanyshev
Academy of Civil Protection of EMERCOM of Russia, Khimki, Russian Federation

Abstract. The article presents a study of the impact of state policy measures in the field of protecting the population and territories from emergency situations on the factors leading to accidents at oil industry facilities.

The key stages of developing a methodological approach to forming a list of measures implemented within the framework of state policy in the field of protecting the population and territories from emergency situations for the period up to 2030 are described: analysis of accident causes (based on data from Rostekhnadzor investigation reports), correlation analysis and construction of a regression model. An optimization problem related to minimizing damage due to the impact on the volumes of measures to protect the population and territories from emergency situations is formulated. The results of the correlation analysis of the volumes of measures are presented, and the dependence of damage on their volumes is constructed.

The obtained results allow us to reasonably formulate plans for financing measures aimed at reducing the probability and consequences of accidents, which is especially relevant for oil production facilities where the risk of man-made accidents is high.

The developed methodology can be used by government bodies and industrial enterprises to improve the efficiency of budget planning and ensure maximum protection of the population and territories.

Keywords: oil refineries, correlation analysis, damage from accidents, protection of population and territories, measures in the field of protection from emergency situations

For Citation: Rybakov A. V., Yanyshv P. A. The development of the methodology for substantiating a list of measures to reduce damage from possible accidents at oil refineries // Technospheric safety. 2025. № 1 (46). pp. 153–164.

Введение

Одним из самых важных аспектов благополучия любого государства является обеспечение защиты населения и территорий от ЧС. В нашей стране постоянное совершенствование механизмов повышения эффективности этой деятельности особенно актуально ввиду масштабов территории, сложности влияния различных поражающих факторов на объекты инфраструктуры, расположенные в субъектах РФ. Российская система обеспечения защиты населения и территорий от ЧС сталкивается с новыми вызовами и угрозами, связанными с негативным изменением окружающей среды, а также усложнением технологических процессов. Это влечет за собой увеличение размеров ущерба в результате аварий, вы-

званных ухудшением состояния элементов опасных производственных объектов, например предприятий по добыче и переработке нефти. Подтверждением актуальности указанных проблем является реализация основ государственной политики в области защиты населения и территорий от ЧС [1]. Утвержденный нормативный акт [1] содержит перечень ключевых мероприятий, осуществляемых в рамках различных направлений, и устанавливает основные критерии для оценки результативности деятельности субъектов РФ в этой сфере.

Основная часть

Анализ показал, что практическая реализация упомянутых выше мероприятий не совершенна, т. к. статистика произошедших

ЧС свидетельствует о имеющихся тенденциях к увеличению либо их количества (в зависимости от вида), либо размера ущерба (рис. 1) [2, 3], несмотря на то, что органы

исполнительной власти субъектов РФ выделяют значительные финансовые ресурсы на реализацию предусмотренных мероприятий по защите населения и территорий от ЧС.

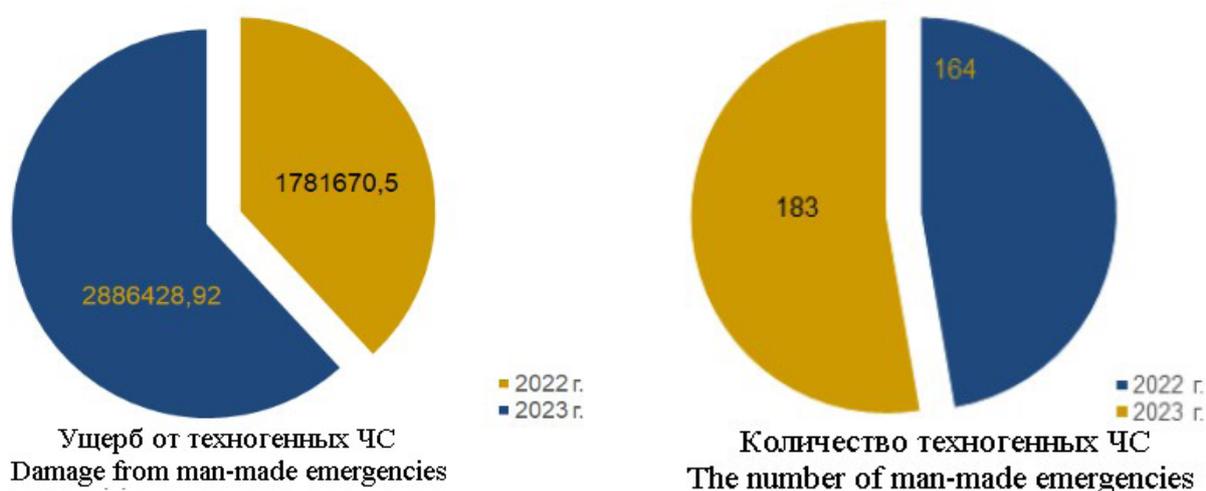


Рис. 1. Статистика ЧС техногенного характера в РФ [2, 3]

Fig. 1. Statistics of man-made emergencies in the Russian Federation [2, 3]

Следует отметить, что в настоящий момент не представляется возможным оценить результативность планирования и дальнейшее освоение финансовых средств, т. е. реальное отсутствие показателей эффективности проводимых мероприятий затрудняет управление государственной политикой в области защиты населения и территорий. В конечном итоге это приводит к непродуктивному распределению бюджетных средств, что, в свою очередь, увеличивает число жертв и размер материального ущерба. Проблема также заключается в отсутствии научно-методического аппарата, позволяющего связать показатели эффективности, под которыми понимается коэффициент значимости проводимых мероприятий, с объемами планируемых мероприятий¹. Здесь необходимо

¹ Под объемом мероприятий в Указе Президента РФ № 12 от 11.01.2018 [1] понимаются финансовые средства для их реализации.

отметить, что одним из важнейших критериев эффективности государственной политики в сфере защиты населения и территорий от ЧС является показатель уровня ущерба. Разрабатываемый научно-методический аппарат для обоснования объема мероприятий должен обеспечивать принятие решений, ориентированных на снижение этого показателя. Предлагаемую методику обоснования перечня мероприятий, непосредственно влияющих на снижение ущерба от возможных аварий на опасных производственных объектах, рассмотрим на примере объектов нефтяной промышленности. В табл. 1 представлены данные по ущербу от аварий на нефтеперерабатывающих объектах, а также средства, предусмотренные для реализации мероприятий в рамках государственной политики по защите населения и территорий от ЧС на период до 2030 г.

Таблица 1
Статистические данные по авариям на объектах добычи и переработки нефти, а также средств, затраченных на мероприятия по предотвращению аварий [2, 3]

Table 1
 Statistical data on accidents at oil production and refining facilities, as well as funds spent on accident prevention measures [2, 3]

Год / year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Количество аварий number of accidents	23	27	23	26	14	26	17	15	14	9
Ущерб от аварий, млн руб. damage from accidents, million rubles	1 201	238	357	289	450	1 740	5 319	3 582	2 277	455
Средства, выделяемые на мероприятия, тыс., руб. funds allocated for events, thousand rubles	6 349	7 547	6 573	9 494	13 571	10 629	11 153	10 482	8 996	10 359

Анализ статистических данных по объектам добычи и переработки нефти позволил выявить и сгруппировать часто встречающиеся причины аварий, перерастающих в ЧС.

1. Неисправность электрооборудования.
2. Нарушение алгоритма действий, требований безопасности сотрудниками.
3. Стороннее механическое воздействие.
4. Нарушение проектных решений.
5. Образование коррозии.
6. Разрушение материалов, оборудования.
7. Превышение нагрузки, установленной нормами и проектной документацией.
8. Некачественный монтаж, установка, сборка и ремонт оборудования.
9. Неисправное оборудование, низкое качество материалов.

10. Ошибки в проектных решениях предприятий, установок [4].

Перечисленные причины являются наиболее распространенными. Таким образом, обоснование мероприятий, направленных на смягчение последствий возможных инцидентов или аварий, является важной задачей. В работе [5] проведена систематизация мероприятий, которые органы власти субъектов РФ непосредственно планируют и реализуют в области защиты населения и территорий. Из всего перечня, а в нем примерно 70 мероприятий, были выбраны 13, которые, судя по отчетам [4], выполняются на объектах добычи и переработки нефти [9, 10].

Исходя из сложившейся проблемной ситуации требуется постановка задачи пла-

нирования и осуществления мероприятий по защите населения и территорий и подход к ее решению.

Постановка задачи. Для заданного перечня и объемов мероприятий по защите населения и территорий, определя-

емых доступными финансовыми ресурсами и учитывающих выявленные причины аварий, требуется определить такие объемы мероприятий, которые обеспечат эффективное снижение ущерба от возможных ЧС:

$$U = f(P_1, P_2, \dots, P_{10}, V_1, V_2, \dots, V_{13}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где U — индикатор ущерба, нанесенного ЧС техногенного характера, в руб;

P_1, P_2, \dots, P_{10} — причины аварий, принятых на основе статистических данных [4];

V_1, V_2, \dots, V_{13} — объемы мероприятий, осуществляемых в рамках государственной политики по защите населения и территорий от ЧС на объектах нефтедобычи и переработки, с учетом установленных

ограничений на доступные финансовые ресурсы, руб.

Решение задачи. Задача носит оптимизационный характер, где целевой функцией служит показатель ущерба, причиненного ЧС техногенного характера. Поэтому на первом этапе необходимо построить зависимость показателя ущерба от объемов проводимых мероприятий по защите населения и территорий, т. е. решить задачу:

$$U = f(V_1, V_2, \dots, V_{13}) \rightarrow \min. \quad (2)$$

Для этого требуется составить таблицы, содержащие статистические значения по соответствующим показателям.

В соответствии с информацией, приведенной в государственных докладах МЧС России [2, 3] и отчетах Ростехнадзора [4], были сформированы таблицы, содержащие данные о затратах на мероприятия, осуществляемые в рамках государственной политики по защите населения и территорий от ЧС на объектах нефтедобычи и переработки.

Кроме того, собраны сведения о величине ущерба и объемах финансовых ресурсов. Фрагмент данных приведен в табл. 2 [4].

Значения, приведенные в табл. 2, были проанализированы и сформированы для аварий, которые произошли по причине нарушения сотрудниками алгоритма действий, требований безопасности. Важным аспектом является выбор мероприятий, которые непосредственно влияют на снижение последствий аварий, вызванных конкретной причиной.

Таблица 2
Статистические данные затрат на мероприятия по предотвращению аварий и о величине ущерба от ЧС на объектах добычи и переработки нефти, обусловленных причиной P_2 — «Нарушение алгоритма действий, требований безопасности сотрудниками»

Table 2
 Statistical data on the costs of accident prevention measures and the amount of damage from emergencies at oil production and refining facilities caused by reason P_2 — “Violation of the algorithm of actions, safety requirements by employees”

Годы Years	Объемы средств, выделяемых на мероприятия, тыс. руб. The amount of funds allocated to the events, thousand rubles													Ущерб, млн руб. Damage, million rubles
	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}	
2015	57,6	57,6	0	57,6	57,6	0	0	2 589	897	0	17,9	0	0	81,367
2016	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	0	0	2 131	1017	0	36,3	3,86	0	13,743
2017	162	0	0	0	162	0	0	3 321	841	0	0	0	0	2,923
2018	326	326	326	326	326	0	0	4 778	900	0	7,19	0	0	419,294
2019	307	307	307	307	307	0	3878	3 878	430	430	15,5	0	0	381,239
2020	396	0	396	396	396	488	4068	4 068	268	0	0	4,37	4,37	84,202
2021	285	285	285	285	285	0	0	3 946	442	442	10,3	3,60	3,6	831,562
2022	0	0	0	0	202	0	0	3 496	804	0	0	3,2	3,2	667,398
2023	0	0	0	0	351	0	3682	3 682	754	0	0	3,65	0	112,836

Также необходимо оценить влияние мероприятий друг на друга. Для этого требуется проведение корреляционного анализа, который предполагает вычисление корреляционной матрицы между всеми параметрами (мероприятиями), по которым имеются статистиче-

ские данные [7, 8]. Это позволит определить степень взаимосвязи между ними (табл. 3). Элементы матрицы представляют собой значения парных корреляций между рассматриваемыми объемами мероприятий, которые вычисляются по следующей формуле (3):

$$r_{V_j V_k} = \frac{\sum_{i=1}^9 ((V_{ji} - M_{V_j})(V_{ki} - M_{V_k}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^9 (V_{ji} - M_{V_j})^2 \sum_{i=1}^9 (V_{ki} - M_{V_k})^2}}, \tag{3}$$

где V_{ji} — значения, принимаемые параметром V_j (объем j -го мероприятия);

V_{ki} — значения, принимаемые параметром V_k (объем k -го мероприятия, $j \neq k$);

M_{V_j} — математическое ожидание параметра V_j ;

M_{V_k} — математическое ожидание параметра V_k , $i = \overline{1,9}$.

Проведенный корреляционный анализ позволил выявить высокую зависимость между некоторыми параметрами. В табл. 3 значения коэффициентов корреляции вы-

делены жирным курсивом. Так, например, мероприятие 1 (V_1 — объем финансовых ресурсов, выделяемых в рамках реализации мероприятия, которое заключается в развитии систем мониторинга и прогнозирования опасных процессов и явлений производственной, транспортной и социальной инфраструктуры, биолого-социальных и военных угроз в интересах раннего предупреждения об опасностях [1]) оказывает значительное влияние на следующие аспекты.

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}
V_1	1,00												
V_2	0,61	1,00											
V_3	0,95	0,66	1,00										
V_4	0,95	0,67	0,99	1,00									
V_5	0,64	0,35	0,70	0,66	1,00								
V_6	0,53	-0,27	0,53	0,54	0,45	1,00							
V_7	0,33	-0,03	0,40	0,39	0,66	0,54	1,00						
V_8	0,72	0,59	0,74	0,71	0,90	0,25	0,32	1,00					
V_9	-0,71	-0,27	-0,74	-0,73	-0,71	-0,63	-0,66	-0,51	1,00				
V_{10}	0,44	0,71	0,48	0,48	0,27	-0,19	0,18	0,26	-0,59	1,00			
V_{11}	-0,23	0,12	-0,15	-0,12	-0,68	-0,30	-0,28	-0,65	0,36	0,15	1,00		
V_{12}	-0,16	-0,41	0,01	-0,03	0,17	0,43	0,23	-0,11	-0,28	-0,07	-0,02	1,00	
V_{13}	0,35	-0,08	0,42	0,41	0,40	0,62	0,11	0,30	-0,65	0,18	-0,39	0,64	1,00

Рис. 2. Корреляционная матрица между рассматриваемыми параметрами

Fig. 2. Correlation matrix between the considered parameters

1. Объем финансовых ресурсов, выделяемых в рамках реализации меро-

приятия и направленных на внедрение и развитие иных перспективных автома-

тизированных информационных систем в области мониторинга и прогнозирования ЧС — V_3 .

2. Объем финансовых средств, выделяемых на реализацию мероприятий по совершенствованию регионального государственного надзора в области защиты населения и территорий от ЧС — V_4 [1].

Мероприятие 3 и 4 имеют сильную корреляцию со значением 0,99.

Также мероприятие 5 (V_5 — объем финансовых ресурсов, выделяемых в рамках реализации мероприятия, направленного на выработку и внедрение системы про-

филактики ЧС [1]) связано с мероприятием 8 (V_8 — объем финансовых ресурсов, выделяемых в рамках реализации мероприятия по повышению надежности и оперативности управления производством) [1].

Далее строим регрессионную модель и, используя метод наименьших квадратов, определяем форму математической зависимости. Аналитическое выражение показателя ущерба, связанного с реализацией мероприятий государственной политики по защите населения от ЧС на объектах нефтедобычи и переработки, представлено следующим образом:

$$U = -29,5 \cdot 10^7 - 3803,6 \cdot V_1 - 2864,9 \cdot V_5 - 85,2 \cdot V_7 + 699,7 \cdot V_8 - 1124,5 \cdot V_9 + 768,6 \cdot V_{10} + 0,017 \cdot V_1 \cdot V_3 - 0,013 \cdot V_1 \cdot V_4. \quad (4)$$

Для практического применения (интерпретации) полученной зависимости (4) необходимо учитывать следующие ограничения.

1. $U \geq 0$.
2. Для V_1 и V_8 :

$$3803,6 \cdot V_1 \leq 699,7 \cdot V_8 \Rightarrow V_1 \leq \frac{699,7}{3803,6} \cdot V_8 = 0,184 \cdot V_8.$$

То есть V_1 должно быть в 5,4 раза меньше V_8 .

3. Для V_5 и V_8 :

$$2864,9 \cdot V_5 \leq 699,7 \cdot V_8 \Rightarrow V_5 \leq \frac{699,7}{2864,9} \cdot V_8 = 0,244 \cdot V_8.$$

То есть V_5 должно быть примерно в 4,1 раза меньше V_8 .

4. Для V_7 и V_{10} :

$$85,2 \cdot V_7 \geq 768,6 \cdot V_{10} \Rightarrow V_7 \geq \frac{768,6}{85,2} \cdot V_{10} = 9,02 \cdot V_{10}.$$

Здесь V_7 может быть почти в 9 раз больше V_{10} , поскольку коэффициент у V_7 значительно меньше, чем у V_{10} .

5. Для V_9 и V_{10} :

$$1124,5 \cdot V_9 \leq 768,6 \cdot V_{10} \Rightarrow V_9 \leq \frac{768,6}{1124,5} \cdot V_{10} = 0,684 \cdot V_{10}.$$

То есть V_9 должно быть примерно в 1,5 раза меньше V_{10} .

Поскольку показатель ущерба представлен нелинейным уравнением, наименьшие значения неизвестных $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, V_9, V_{10}$ можно вычислить, используя численные методы для оптимизации, такие как метод Лагранжа [11]. Минимальные положительные значения для переменных: $V_1 = 0,00000000135$; $V_2 = 1$; $V_3 = 1$; $V_4 = 1$; $V_5 = 0,00000000135$; $V_6 = 0,00000000135$; $V_7 = 0,00000000135$; $V_8 = 124016$; $V_9 = 0,00000000135$; $V_{10} = 270916$.

Результаты и их обсуждения

Безусловно, при дефиците значений выделяемых финансовых средств такой подход является несколько неточным. Однако полученный результат позволяет с практической точки зрения не только обосновать перечень мероприятий, который непосредственно будет влиять на устранение конкретной причины по критерию снижения ущерба, но и, главное, установить зависимость ущерба от объемов реализуемых мероприятий. На основе полученной зависимости (3) было выявлено, что наиболее значимое влияние на снижение ущерба оказывают мероприятия, связанные:

- с повышением надежности и оперативности управления производством (V_8);

- развитием систем мониторинга и прогнозирования (V_{10}).

Выводы

Была разработана методика обоснования перечня мероприятий, направленных на снижение ущерба от возможных аварий на опасных производственных объектах нефтяной промышленности. Основное внимание уделялось оценке влияния объемов финансирования.

Были выделены следующие основные этапы.

- 1. Анализ причин аварий.** Выявлены основные причины ЧС, включая неисправности оборудования, нарушения безопасности и ошибки в проектных решениях.
- 2. Корреляционный анализ.** Была обнаружена взаимосвязь между объемами финансирования мероприятий и их результативностью в предотвращении аварий;
- 3. Разработка регрессионной модели.** С помощью нее описывается математическая зависимость ущерба от объемов реализуемых мероприятий, что позволяет количественно оценить вклад каждого из них в снижение итогового уровня ущерба.

В результате исследования была установлена математическая зависимость ущерба U от объемов мероприятий, что позволяет определять оптимальное распределение средств.

Полученные в формуле (4) коэффициенты регрессии свидетельствуют о том, что минимизация ущерба достигается финансированием мероприятий V_8, V_{10} .

Разработанный подход базируется на анализе государственных мер по защите на-

селения и территорий от ЧС и направлен на оптимизацию использования финансовых ресурсов с целью повышения результативности мер по предотвращению аварий.

Полученные результаты исследований могут быть эффективно использованы при разработке планов распределения финансовых ресурсов, предусмотренных государственной политикой в области защиты населения и территорий от ЧС.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Основы государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года : указ Президента РФ № 12 от 11 января 2018 г. // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556190585> (дата обращения: 18.09.2024).

2. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году : государственный доклад МЧС России // МЧС России : офиц. сайт. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/7343> (дата обращения: 15.08.2024).

3. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году : государственный доклад МЧС России // МЧС России : офиц. сайт. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god> (дата обращения: 15.08.2024).

4. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, надзор за объектами нефтегазового комплекса : офиц. сайт. URL: <https://gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/> (дата обращения: 20.09.2024).

5. Нестеров В. А. Обоснование рационального плана мероприятий по реализации государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на территории субъекта Российской Федерации : дис. ... канд. техн. наук. Химки : Академия гражданской защиты МЧС России, 2020. 168 с.

6. Шаныгин С. И. Корреляционный и регрессионный анализ : учебник для вузов. М. : Юрайт, 2024. 70 с.

7. Бендат Дж., Пирсол А. Применение корреляционного и спектрального анализа / под ред. И. Н. Коваленко. М. : Мир, 1983. 312 с.

8. Верескун А. В, Жданенко И. В. Повышение уровня защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: механизмы стратегического планирования // Технологии гражданской безопасности. 2018. № 3 (57). С. 20–25.

9. Кавьяр А. Ю. Административно-правовой механизм обеспечения прав граждан Российской Федерации в сфере защиты населения от чрезвычайных ситуаций : магистерская дис. Тольятти : ТГУ, 2023. 70 с.

10. Нестеров В. А., Ерохин Р. А., Иванов Е. В. О реализации информационной системы оценки состояния защиты субъекта (арктической зоны) Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций // Моделирование сложных процессов и систем : сб. тр. секции № 12 XXX Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь». Химки, 2020. С. 11–17.

11. Гребенникова И. В. Методы оптимизации : учебное пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2017. 148 с.

REFERENCES

1. Fundamentals of state policy in the field of protection of population and territories from emergency situations for the period up to 2030 : Decree of the President of the Russian Federation № 12 of January 11, 2018 // Codex : electronic fund of legal and normative-technical information. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556190585> (date of application: 18.09.2024).

2. On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2023 : state report of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Ministry of Emergency Situations of Russia : official website. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/7343> (date of application: 15.08.2024).

3. On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2022 : state report of the EMERCOM of Russia // EMERCOM of Russia : official website. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god> (date of application: 15.08.2024).

4. Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision, supervision over oil and gas facilities : official website. URL: <https://gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/> (date of application: 20.09.2024).

5. Nesterov V. A. Justification of the rational plan of measures for realization of the state policy in the field of protection of the population and territories from emergency situations on the territory of the subject of the Russian Federation : a dissertation candidate of technical sciences. Khimki : Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2020. 168 p.

6. Shanygin S. I. Correlation and regression analysis : a textbook for universities. M. : Yurait, 2024. 70 p.

7. Bendat J., Piersol A. Application of correlation and spectral analysis / ed. by I. N. Kovalenko. N. Kovalenko. M. : Mir, 1983. 312 p.

8. Vereskun A. V., Zhdanenko I. V. Increasing the level of protection of population and territories from emergencies: mechanisms of strategic planning // Civil Security Technologies. 2018. № 3 (57). pp. 20–25.

9. Kavyar A. Yu. Administrative-legal mechanism of ensuring the rights of citizens of the Russian Federation in the sphere of protection of the population from emergency situations : master's thesis. Togliatti : TSU, 2023. 70 p.

10. Nesterov V. A., Erohin R. A., Ivanov E. V. About realization of the information system of estimation of the state of protection of the subject (Arctic zone) of the Russian Federation from emergency situations // Modeling of complex processes and systems : proceedings of section № 12 of XXX International scientific-practical conference "Prevention. Rescue. Help". Khimki, 2020. pp. 11–17.

11. Grebennikova I. V. Optimization methods : textbook. Ekaterinburg : UrFU, 2017. 148 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Рыбаков Анатолий Валерьевич, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры информационных систем и технологий Академии гражданской защиты МЧС России (141435, Российская Федерация, Химки, мкр. Новогорск); SPIN-код автора: 8654-3788; e-mail: anatoll_rubakov@mail.ru

Янышев Павел Анатольевич, адъюнкт научно-исследовательского центра Академии гражданской защиты МЧС России (141435, Российская Федерация, Химки, мкр. Новогорск); SPIN-код автора: 4278-6286; e-mail: yanishevp@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anatoly V. Rybakov, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Information Systems and Technologies Academy of Civil Protection of EMERCOM of Russia (building 1A, Sokolovskaya St., Novogorsk mkr., Khimki, 141435, Russian Federation); SPIN-code: 8654-3788; e-mail: anatoll_rubakov@mail.ru

Pavel A. Yanyshev, Adjunct of the Research Center of the Academy of Civil Protection of EMERCOM of Russia (building 1A, Sokolovskaya St., Novogorsk mkr., Khimki, 141435, Russian Federation); SPIN-code: 4278-6286; e-mail: yanishevp@gmail.com

Поступила в редакцию 28.12.2025

Одобрено после рецензирования 19.02.2025

Принята к публикации 14.03.2025