

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ПРОФИЛЕЙ РИСКА И МЕДИКО-САНИТАРНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ МОРСКИХ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ

¹ Н. С. Шуленин*, ^{2,3} Р. Н. Лемешкин, ¹ Э. М. Мавренков, ^{2,4} В. А. Горичный

¹ Главное Военно-медицинское управление Министерства обороны Российской Федерации, Москва, Россия

² Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

³ Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Санкт-Петербургский медико-социальный институт, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ. Морской терроризм представляет собой особую угрозу международной безопасности, осложненную высокой вероятностью медико-санитарных последствий и ограниченными возможностями медицинского реагирования в условиях портовой и судовой инфраструктуры. Несмотря на наличие описательных исследований, до настоящего времени отсутствовали работы, в которых использованы методы многомерного анализа и кластеризации для выявления типовых сценариев с учетом санитарных и безвозвратных потерь.

ЦЕЛЬ. Определить устойчивые кластеры морских террористических актов с ненулевыми потерями по совокупности признаков метод – способ – объект и охарактеризовать их деструктивный потенциал для целей медицины катастроф.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Исследование выполнено на основе базы данных GTD (Global Terrorism Database), включающей 209 707 террористических актов за 1970–2020 гг. Из массива выделено 69 772 террористических акта, по ключевым словам из которых отобран 35 591 теракт с числом убитых или раненых ≥ 1 . Для анализа использованы методы нормализации, логарифмического преобразования потерь, one-hot кодирования категориальных признаков и стандартизации. Кластеризация проведена методом квадратов средних, оптимальное количество кластеров выбрано на основе коэффициента силуэта, индексов Калински–Харабаса и Дэвиса–Булдина. Результаты интерпретированы с применением PCA-визуализаций и профилей распределения.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Выявлено три устойчивых кластера.

Первый (высокорисковый) характеризуется преобладанием применения взрывчатых веществ, ориентацией на частных лиц, военных и полицию, а также наибольшими медико-санитарными последствиями (медиана – 9 убитых и 15 раненых на событие; перцентиль (p) 90–32 убитых и 52 раненых). Второй кластер включает преимущественно взрывные атаки малой мощности; третий – вооруженные нападения на силовые структуры с умеренными последствиями. Пик активности зафиксирован в 2013–2016 гг., когда доля высокорискового профиля достигала максимальных значений.

ОБСУЖДЕНИЕ. Полученные результаты подтверждают неоднородность морского терроризма и позволяют выделить три качественно различных режима угроз. Медико-санитарные последствия варьируют от единичных ранений до массовых санитарных потерь, требующих сортировки и эвакуации. Кластерный подход обеспечивает основу для разработки сценариев медицинского реагирования, где акцент необходимо делать на готовности к катастрофическим событиям, связанным с взрывными поражающими факторами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Предложенный методологический подход расширяет аналитическую базу исследований морского терроризма, позволяя перейти от описательных характеристик к воспроизводимой классификации терактов по профилям риска. Это создает практическую основу для планирования медицинского обеспечения, распределения ресурсов и совершенствования нормативно-правовой базы в сфере морской безопасности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, морской терроризм, кластеризация, профили риска, безопасность судоходства, GTD; взрывчатые вещества, медицинские потери, портовая инфраструктура, медицина катастроф

*Для корреспонденции: Шуленин Николай Сергеевич, e-mail: shulenin.ns@gmail.com

*For correspondence: Nikolay S. Shulenin, e-mail: shulenin.ns@gmail.com

Для цитирования: Шуленин Н. С., Лемешкин Р. Н., Мавренков Э. М., Горичный В. А. Применение кластерного анализа профилей риска и медико-санитарных последствий морских террористических актов // *Морская медицина*. 2025. Т. 11, № 4. С. 125–138, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-4-125-138>; EDN: <https://elibrary.ru/OVKZZE>

For citation: Shulenin N. S., Lemeshkin R. N., Mavrenkov E. M., Gorichny V. A. Application of cluster analysis of risk profiles and health consequences of maritime terrorist acts // *Marine Medicine*. 2025. Vol. 11, No. 4. P. 125–138, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-4-125-138>; EDN: <https://elibrary.ru/OVKZZE>

APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS OF RISK PROFILES AND HEALTH CONSEQUENCES OF MARITIME TERRORIST ACTS

¹Nikolay S. Shulenin*, ^{2,3}Roman N. Lemeshkin, ¹Eduard M. Mavrenkov, ^{2,4}Victor A. Gorichny

¹Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation

²Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

³Almazov National Research Medical Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

⁴St. Petersburg Medical and Social Institute, Saint Petersburg, Russia

INTRODUCTION. Maritime terrorism poses a particular threat to international security, complicated by the high likelihood of medical consequences and limited medical response capabilities in port and shipboard environments. Despite the existence of descriptive studies, there have been no studies to date that utilize multivariate analysis and clustering methods to identify typical scenarios that take into account sanitary and irreversible losses.

OBJECTIVE. To identify stable clusters of maritime terrorist attacks with non-zero losses based on a set of method-means-object characteristics and characterize their destructive potential for the purposes of disaster medicine.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. The study was conducted using the GTD (Global Terrorism Database), which includes 209,707 terrorist attacks from 1970 to 2020. Of these, 69,772 terrorist attacks were identified, and 35,591 attacks with ≥ 1 fatality were selected using keywords. The analysis used normalization, logarithmic loss transformation, one-hot encoding of categorical features, and standardization. Clustering was performed using the squared means method, and the optimal number of clusters was selected based on the silhouette coefficient, Kalinski–Harabasz, and Davis–Bouldin indices. The results were interpreted using PCA visualizations and distribution profiles.

RESULTS. Three stable clusters were identified.

The first (high-risk) is characterized by the predominance of explosives, a focus on private individuals, military personnel, and police, and the highest health consequences (median: 9 killed and 15 injured per event; percentile (p) 90–32 killed and 52 injured). The second cluster includes predominantly low-yield explosive attacks; the third includes armed attacks on security forces with moderate consequences. The peak of activity was recorded in 2013–2016, when the proportion of high-risk incidents reached its maximum values.

DICUSSION. The obtained results confirm the heterogeneity of maritime terrorism and allow us to identify three qualitatively different threat regimes. Medical consequences range from isolated injuries to mass casualties requiring triage and evacuation. The cluster approach provides a basis for developing medical response scenarios, with an emphasis on preparedness for catastrophic events involving explosive hazards.

CONCLUSION. The proposed methodological approach expands the analytical framework for maritime terrorism research, enabling a transition from descriptive characteristics to a reproducible classification of terrorist attacks by risk profile. This creates a practical basis for planning medical support, allocating resources, and improving the regulatory framework in maritime security.

KEYWORDS: marine medicine, maritime medicine, maritime terrorism, clustering, risk profiles, shipping safety, GTD; explosives, medical casualties, port infrastructure, disaster medicine

Введение. Морской терроризм представляет собой особую форму террористической активности, направленную на объекты судоходства, портовую инфраструктуру и обеспечивающий работу персонал, и характеризуется высокой мобильностью исполнителей, сложностью своевременного выявления и потенциально масштабными санитарными и безвозвратными потерями в условиях ограниченного пространства и высокой уязвимости морской среды [1–5].

В отличие от наземных сценариев, в морских инцидентах часто задействованы смешанные цепочки логистики и критическая инфраструктура (порты, терминалы, переправы), что повышает системные риски для гражданского здравоохранения и служб экстренного реагирования [6, 7].

Эмпирическая база исследований терроризма за последние десятилетия опирается на крупные открытые массивы данных, в частности на

Global Terrorism Database (GTD), обеспечивающую сопоставимость и полноту событийного ряда с 1970 г., и детализированное описание инцидентов, методов, примененных средств и последствий [8–12]. При этом в отношении морского сегмента совершенных террористических актов сохраняется дефицит работ, интегрирующих правовые, операционные и медико-санитарные аспекты, несмотря на наличие нормативных рамок и сформированную информационную базу морской безопасности [1, 4]. Существующая литература подчеркивает важность учета специфики морской среды, пиратства и гибридных угроз, однако комплексные количественные оценки структуры медико-санитарных последствий, их динамики и профилей риска остаются ограниченными [2, 3, 11].

Настоящая статья является четвертой в серии и логически продолжает ранее начатый анализ морских террористических актов на основе GTD за 1970–2020 гг., фокусируясь на статистическом моделировании и выявлении устойчивых профилей риска с позиции медицины катастроф. В отличие от предыдущего этапа, где были описаны частоты и динамика по методам, способам и объектам совершения террористических актов, текущая работа использует многомерные методы для обнаружения латентных структур в данных, опираясь на современный инструментарий машинного обучения: one-hot-кодирование категорий, стандартизацию, главные компоненты для интерпретации пространства признаков и кластеризацию методом квадратов средних с последующей валидацией (силуэт, индексы Калински–Харабаса и Дэвиса–Булдина) [13–19]. Такой дизайн позволяет перейти от описательной статистики к типологизации терактов и сопоставлению кластеров по санитарным и безвозвратным потерям.

Задача исследования – выявить и интерпретировать устойчивые кластеры морских террористических актов с ненулевыми последствиями (включение событий при числе убитых > 0 или раненых > 0), объяснить их структуру через сочетания метод – способ – объект и оценить их вклад в риск формирования очагов массовых санитарных потерь. Задачи включают подготовку и локализацию категориальных признаков выборки морских терактов, построение репрезентативного пространства признаков с учетом потерь, кластеризацию событий

и сравнение кластеров по профилям методов, оружия, целей, и анализ временной динамики и медико-санитарных последствий для планирования сил и средств. Ожидаемый вклад работы состоит в создании доказательной базы для приоритизации мероприятий медицинского обеспечения и профилактики терроризма на море, а также в предложении воспроизводимого аналитического контура, интегрирующего открытые данные и проверенные методы статистического анализа [10–19].

Цель. Определить устойчивые кластеры морских террористических актов, где присутствовали медико-санитарные последствия по совокупности признаков метод – способ – объект, и охарактеризовать их деструктивный потенциал для совершенствования подходов к реагированию медицины катастроф.

Материалы и методы. Эмпирической базой исследования послужила GTD, содержащая сведения о 209 707 террористических актах, зарегистрированных в период с 1970 по 2020 г. [10–12]. Для целей данного исследования из массива данных была выделена тематическая выборка, связанная с морской инфраструктурой, судоходством и портовыми объектами. Первичный отбор проводили с применением семантического фильтра, включавшего следующие ключевые слова: корабль, лодка, моряк, порт, гавань, море, танкер, паром, пират и др., что позволило идентифицировать события, имеющие непосредственное отношение к морской среде.

Для обеспечения медицинской релевантности анализ ограничивали случаями, в которых имелись зафиксированные медико-санитарные последствия. В окончательный массив включали только те записи, где число убитых или раненых не равнялось нулю. После очистки и удаления ошибочных записей итоговая выборка составила 35 591 наблюдение, что соответствует 51 % от исходного объема семантически отобранных записей.

Ключевыми признаками для анализа были три группы характеристик: метод совершения атаки, способ применения оружия и объект нападения. Для удобства интерпретации и построения визуализаций они были переведены на русский язык. Так, методы включали: взрыв/подрыв; вооруженное нападение; похищение; захват (угон); нападение без оружия; атака на объект инфраструктуры и др. В категории способов совершения терактов основными явля-

лись: применение взрывчатых веществ; огнестрельного оружия; зажигательных устройств; холодного оружия; «химического оружия; транспортных средств и др. Среди объектов выделяли: частные лица и имущество; военные объекты; полиция; транспортная инфраструктура; государственные учреждения; бизнес; религиозные организации; морские объекты.

Числовые показатели потерь (убитых и раненых) приводили к единому формату с помощью замены пропусков на нули. Для снижения влияния экстремальных значений использовали логарифмическое преобразование $\log_{1p}(x) = \ln(1 + x)$. Категориальные переменные кодировали методом One-hot Encoding, числовые стандартизировали до среднего и стандартного отклонения [14, 19].

Кластеризацию выполняли методом квадратов средних, что позволило разделить множество наблюдений на группы с относительно однородными характеристиками [16]. Для повышения устойчивости решений использовали многократную ($n = 50$) инициализацию и фиксированное начальное состояние генератора случайных чисел. Оптимальное количество кластеров подбирали в диапазоне от 2 до 12 на основании комплексной оценки трех индексов: коэффициента силуэта [17], индекса Калински–Харабаса [18] и индекса Дэвиса–Булдина [19]. Для исключения субъективности все индексы переводили в ранговую шкалу, после чего вычисляли их сумму. Минимальное значение суммы рангов принимали в качестве критерия выбора оптимального количества кластеров. В результате наилучшей конфигурацией оказалось распределение на три кластера.

Для интерпретации кластеров использовали описательные профили, включавшие распределение категориальных признаков по каждому кластеру, а также показатели санитарных и безвозвратных потерь: медианы, квартили, перцентиль (р) 90. Дополнительно проводили понижение размерности методом главных компонент (РСА) для двумерной визуализации результатов кластеризации [18]. Все вычисления выполняли в среде Python с использованием библиотек Pandas, Numpy, Scikit-learn и Matplotlib [19].

Следует отметить ряд ограничений проведенного анализа. Семантический фильтр по ключевым словам может включать пограничные случаи (например, прибрежные ата-

ки с неоднозначной классификацией), а также не охватывают новые гибридные формы терроризма. Кроме того, отсутствие географических координат в анализируемых признаках не позволяет учесть пространственную неоднородность. Несмотря на использование логарифмического преобразования \log_{1p} , сохраняется чувствительность к единичным экстремальным событиям, обладающим значительной статистической массой.

Тем не менее предложенный методологический подход обеспечивает воспроизводимость и прозрачность результатов, а также позволяет выявить устойчивые группы морских террористических актов по их структуре и последствиям. Это создает основу для дальнейшего обсуждения специфики санитарных потерь и организации медицинского обеспечения в условиях борьбы с проявлениями и последствиями морского терроризма.

Результаты. Анализ выборки морских терактов (1970–2020), включающей 35 591 событие с зарегистрированными медико-санитарными последствиями, выявил устойчивые закономерности в распределении потерь и их связи с методами, способами и объектами совершения терактов, а также позволил разделить данные на основании кластеризации.

Как видно на рис. 1, исходные распределения значений убитых и раненых имеют ярко выраженный правосторонний характер с тяжелым «длинным хвостом». В исследуемой выборке суммарно по полям зарегистрировано 35 465 наблюдений по убитым и 33 480 – по раненым (учтены непустые записи). Среднее значение безвозвратных потерь составляет $\approx 5,24$ человека на событие при медиане 2, тогда как 75-й перцентиль равен 5, 90-й – 11, 95-й – 19, 99-й – 51, максимум – 1700 (наличие единичных катастрофических событий). Для санитарных потерь среднее $\approx 8,38$, медиана 2, 75-й перцентиль – 7, 90-й – 17, 95-й – 30, 99-й ≈ 82 , максимум – 10 878. При этом выявлено ненулевых записей – 28 195 по убитым и 24 918 – по раненым. Наличие большого разрыва между медианой и верхними перцентилями указывает на то, что большинство инцидентов сопровождается небольшими потерями, а основную «массу» суммарных потерь дают сравнительно редкие, но масштабные события.

Нижние части рис. 1 показывают то же распределение после применения логарифмиче-

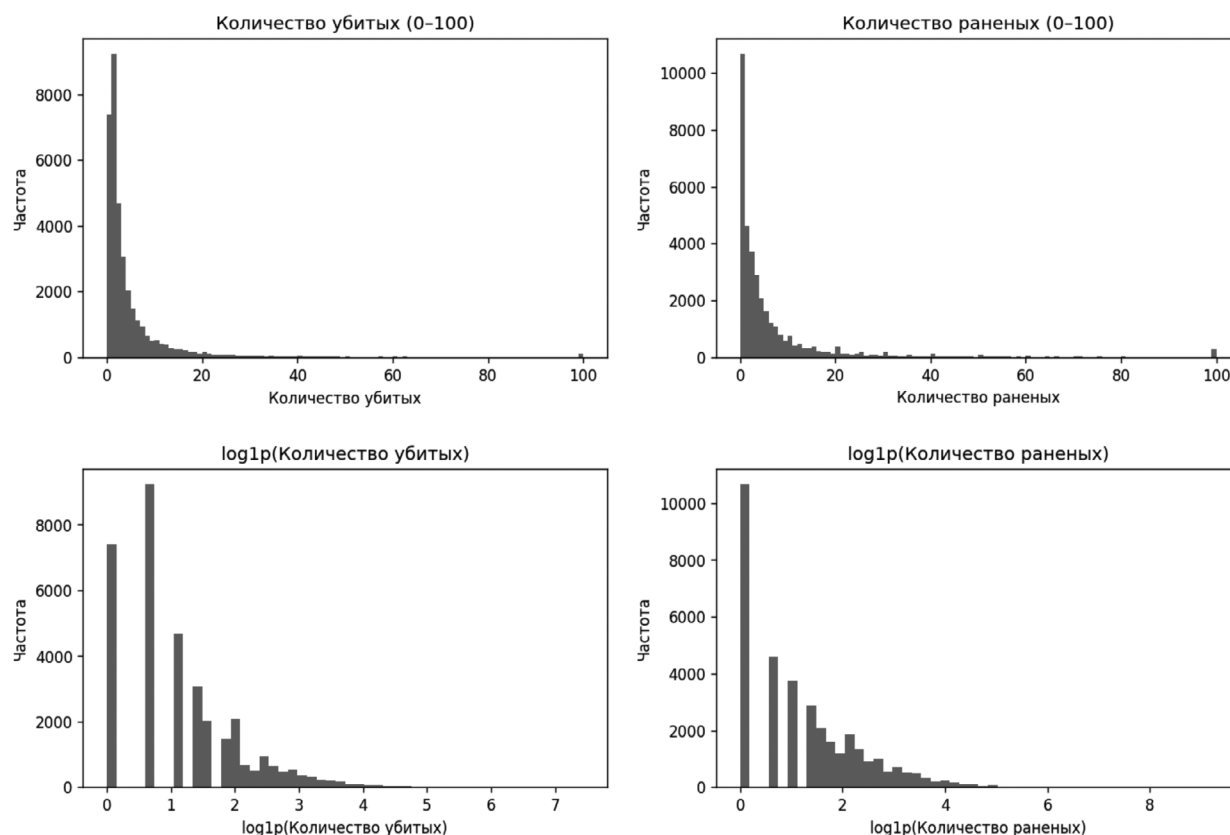


Рис. 1. Распределение санитарных и безвозвратных потерь (линейная шкала и log1p)
Fig. 1. Distributions of non-fatal and fatal losses (linear and log1p scales)

ского преобразования. Такое преобразование значительно сжимает шкалу, уменьшает асимметрию и делает видимыми структуру и отклонения, которые в исходной (линейной) шкале скрыты «хвостом». Практически это позволяет применять стандартные методы многомерного анализа (стандартизация, РСА, кластеризация) без чрезмерного влияния экстремумов; одновременно сохраняется информация об относительной тяжести событий.

По данным выборки, распределение по методам атак характеризуется выраженным преобладанием терактов с использованием взрывчатых веществ: зафиксировано 18 578 случаев, что составляет $\approx 52,2\%$ от всей выборки. На втором месте – вооруженные нападения – 10 013 ($\approx 28,1\%$). Далее по частоте следуют нераспределенные теракты – 2 291 ($\approx 6,4\%$) и убийства – 2 229 ($\approx 6,3\%$); затем категории захвата заложников – 1 628 ($\approx 4,6\%$), атаки на объекты инфраструктуры – 353 ($\approx 1,0\%$), нападения без оружия – 208 ($\approx 0,6\%$), угоны транспортных средств – 153 ($\approx 0,4\%$). Эти величины демонстрируют, что более 80 % инцидентов при-

ходятся на две группы методов совершения терактов – взрывы и вооруженные нападения, что объясняет высокую удельную роль массовых медико-санитарных последствий морских терактов.

Анализ по способам совершения терактов показывает сопоставимое преобладание: взрывы – 20 048 (56,3 %) случаев, применение огнестрельного оружия – 11 115 (31,2 %). Доля записей с неизвестными значениями составляет 2933 ($\approx 8,2\%$). Менее распространены варианты без оружия – 780 (2,22 %), поджоги – 570 ($\approx 1,6\%$), применение химических веществ – 69 ($\approx 0,2\%$), транспортные средства – 48 ($\approx 0,1\%$). Преобладание взрывов и применения огнестрельного оружия соответствует распределению по методам и подтверждает, что основные проблемы реагирования медицины катастроф в морской среде связаны с травмами от взрывов и огнестрельного оружия, а не с редкими химическими или биологическими вариантами терактов.

Распределение по объектам показывает, что наибольшая доля пострадавших и терактов

приходится на гражданский сектор – 10 280 ($\approx 28,9\%$) случаев. Вторым по численности подразделением являются военные – 7009 ($19,7\%$) человек, третьим – полиция – 5167 ($14,5\%$) человек. Транспорт также вносит значительный вклад – 3093 ($\approx 8,7\%$) человека, а правительство (в целом) – 2 855 ($\approx 8,0\%$).

Такая структура указывает на двойственный характер угрозы: с одной стороны, массовые пострадавшие из числа гражданского населения, с другой – целенаправленное противодействие военным и правоохранительным структурам, что усиливает системный эффект инцидентов на устойчивость портовой и морской безопасности.

В результате представленные сведения дают количественную картину исходных характеристик выборки: доминирование взрывных сценариев и взрывчатка как основного средства, высокий вклад гражданских лиц как основной целевой категории и существенную асимметрию распределений потерь, обусловленную редкими, но крупными терактами. Эти факты послужили методологической основой для последующей кластеризации и детализации профилей (рис. 2–9), где оценивалось структурное сочетание метод – способ – объект и его влияние на санитарные и безвозвратные потери.

Перед кластерным разбором связей метод – оружие – объект мы построили обобщенную матрицу сопряженности, чтобы количественно показать, насколько прямолинейно выбор метода атаки определяет способ поражения. Это необходимо для обоснования того, что кластеры будут иметь отчетливые тактико-технические характеристики.

Как видно из рис. 2, пары «взрыв/подрыв – взрывчатка» и «вооруженное нападение – огнестрельное» формируют наиболее устойчивые гребни распределения: их доли превышают альтернативные варианты с кратным отрывом. Для «Похищений» и «Захватов (угонов)» профиль средств более смешанный, однако и там огнестрельное оружие дает заметный вклад. Это подтверждает, что тактическая определенность является сильным фактором, структурирующим выборку перед кластеризацией.

Чтобы убедиться, что кластеры отделяются не искусственно, а действительно улавливают скрытую структуру признаков, мы вывели события в проекцию главных компонент и монохромно промаркировали кластеры разными фигурами (рис. 3).

По данным проекции, наблюдается перекрывающееся, но различимое расположение обла-

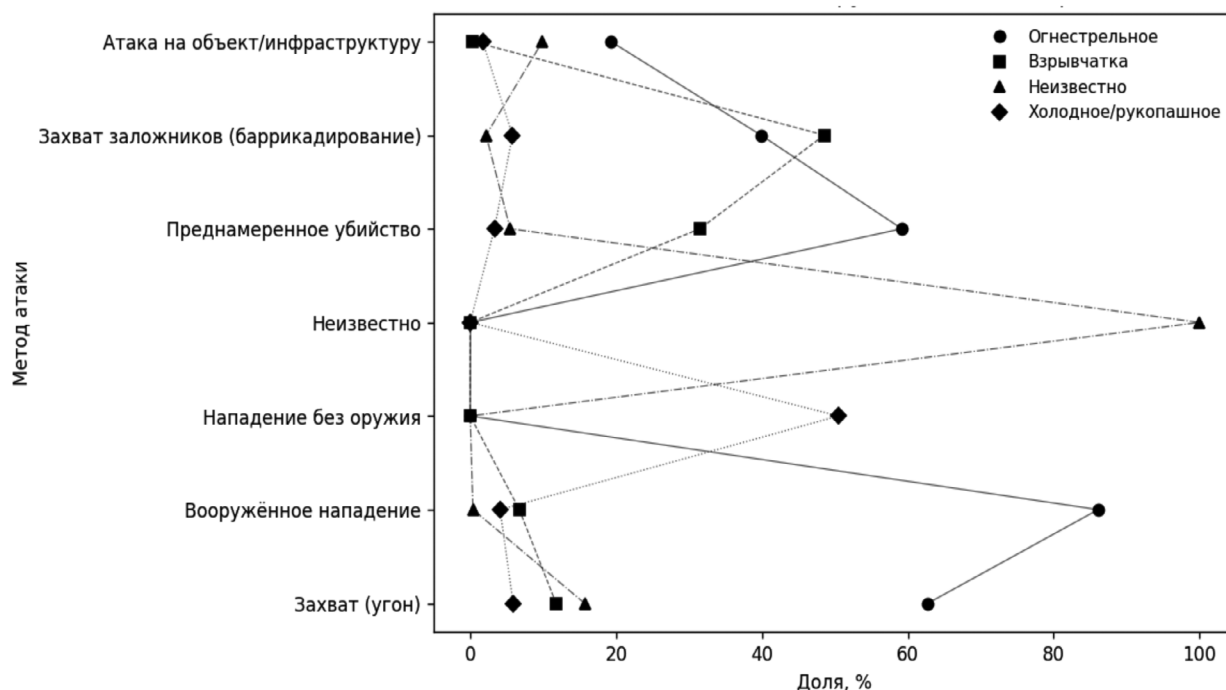


Рис. 2. Соотношение метод и способ совершения

Fig. 2. Method × weapon type relationship

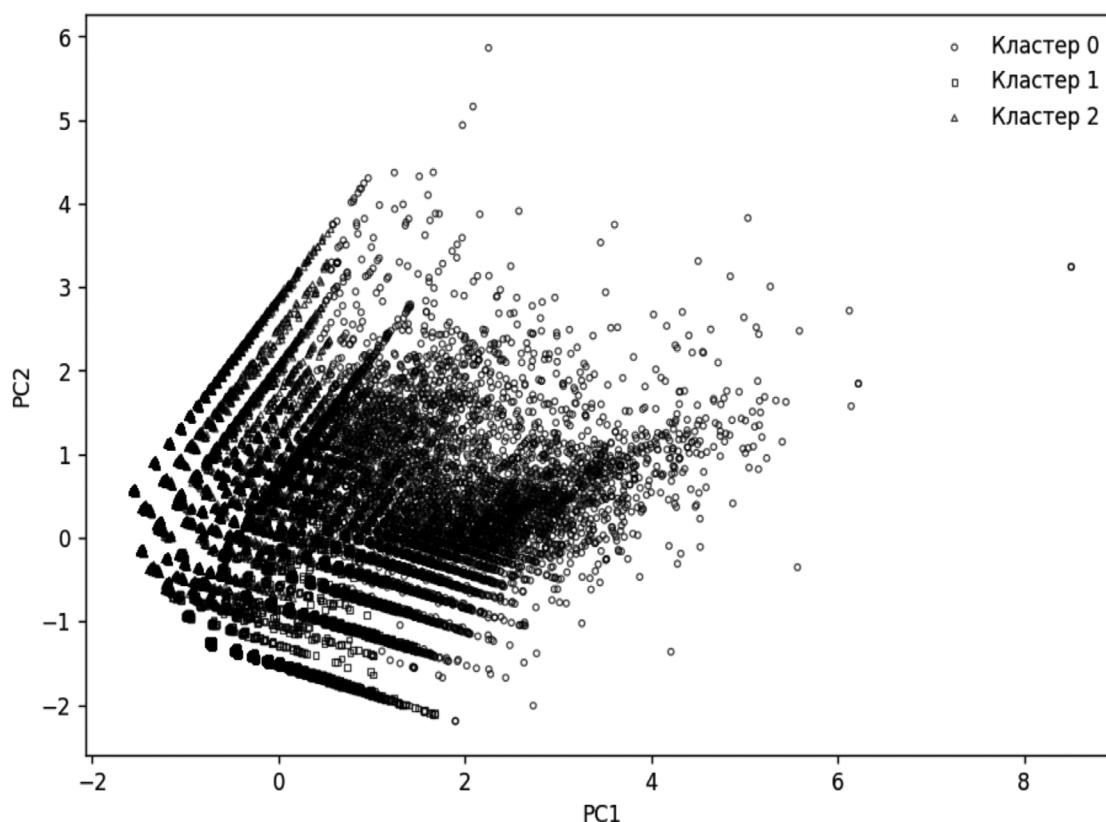


Рис. 3. PCA-карта кластеров (двумерная проекция; монохромные маркеры)

Fig. 3. PCA map of clusters (2-D projection; monochrome markers)

ков событий. Кластер 0 образует более плотное ядро, что соответствует его тактико-технической однородности (взрывы/взрывчатка), тогда как кластеры 1 и 2 занимают смежные области с большим разбросом. Это указывает на реальную многомодальность данных: кластеры отражают не артефакт предобработки, а устойчивые сочетания признаков.

Далее мы поочередно рассматриваем, как меняется долевой состав методов, способов и объектов между кластерами. Для печати в черно-белом варианте (ч/б) каждая группа столбцов снабжена отличающимися штриховками, соответствующими отдельным кластерам (легенда на графиках).

Как видно из рис. 4, кластер 0 доминирует по доле «взрыв/подрыв», причем разрыв с альтернативными методами отчетливо выражен. Кластер 2 демонстрирует повышенную долю «вооруженных нападений», тогда как кластер 1 сохраняет профиль взрывов, но с меньшей долей и большей примесью инфраструктурных атак и невооруженных инцидентов. Таким образом, методологическая «подпись» кластеров проявляется в явном виде.

На рис. 5 видно, что «Взрывчатка» является ядром кластера 0, а «Огнестрельное» – характерная составляющая кластера 2. В кластере 1 сохраняется преобладание взрывчатых средств, но с меньшими долями и большей примесью второстепенных способов (зажигательные, рукопашные), что соответствует менее деструктивному профилю событий.

Из рис. 6 следует, что кластер 0 направлен одновременно против «Частных лиц и имущества» и силовых объектов («Военные», «Полиция»), а также затрагивает «Транспорт». Кластер 2 более специфичен к силовому блоку, тогда как кластер 1 смещен в сторону гражданских и инфраструктурных целей. Эти две «оси риска» – массовые гражданские потери и поражение силовых структур – затем проявляются и в различиях по санитарным/безвозвратным последствиям.

Чтобы количественно сравнить размер потерь между кластерами, мы вывели боксплоты санитарных и безвозвратных потерь (единица наблюдения – событие; выбросы скрыты для устойчивости масштаба в черно-белом варианте). Каждый кластер имеет свою штриховку.

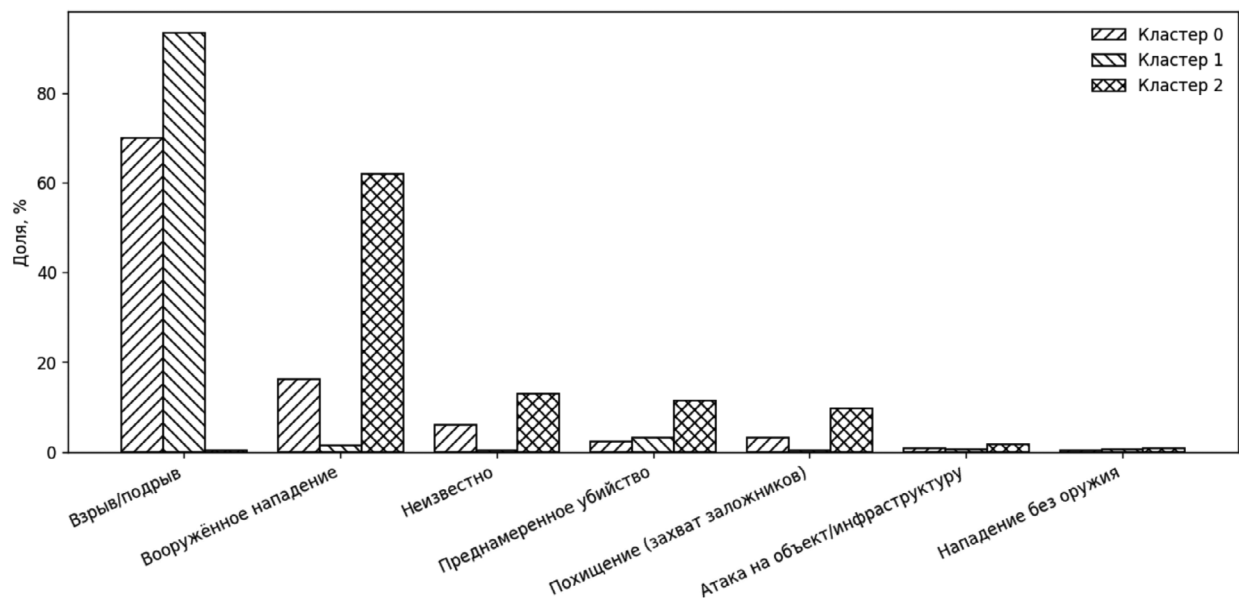


Рис. 4. Методы атак: распределение долей по кластерам
Fig. 4. Attack methods: cluster-wise shares

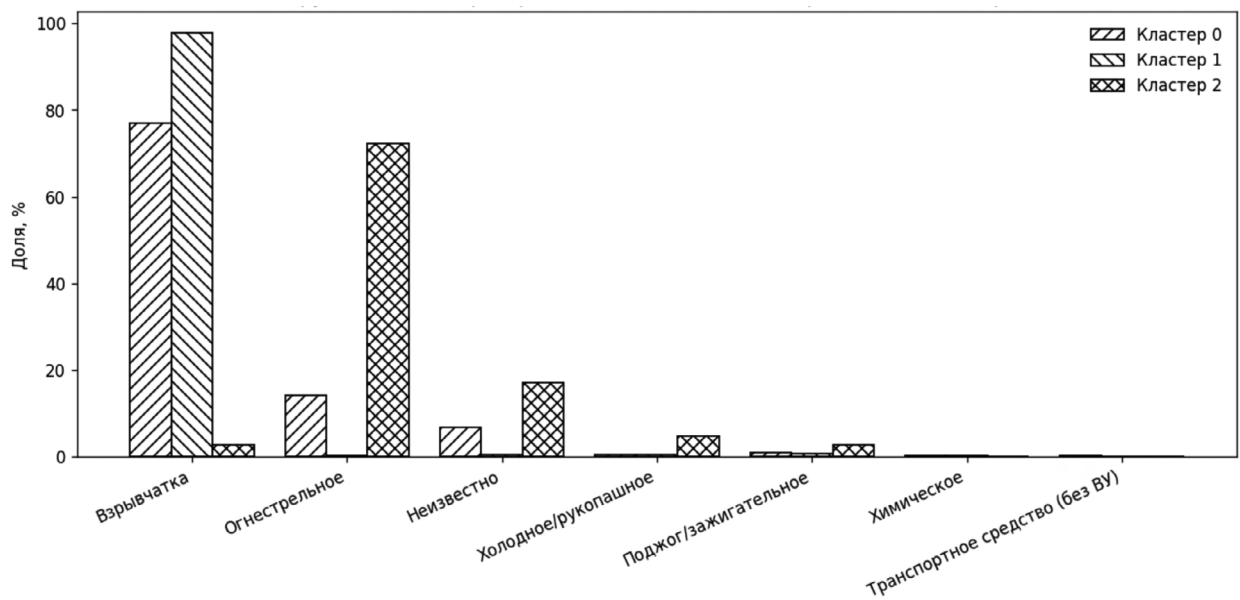


Рис. 5. Типы оружия/способы: распределение долей по кластерам
Fig. 5. Weapon types/modes: cluster-wise shares

По данным распределения кластер 0 имеет максимальные медианы и высокий верхний квартиль: разница с кластерами 1–2 отчетлива как по центральным тенденциям, так и по разбросу. Это подтверждает, что именно кластер 0 формирует ядро событий с наиболее тяжелыми безвозвратными потерями.

Рис. 8 демонстрирует, что профиль по санитарным потерям повторяет картину для безвозвратных потерь: у кластера 0 медиана и верхние квантили существенно выше, тогда

как кластеры 1–2 стабильно низки. В совокупности рис. 7 и 8 показывают, что высокорисковый кластер обладает двойной нагрузкой – он определяет и количественные показатели смертности, и массовые санитарные потери в результате совершения террористического акта.

Наконец, чтобы связать кластерные профили с временной динамикой и целевой уязвимостью, мы рассматривали годовые суммы убитых по ключевым объектам.

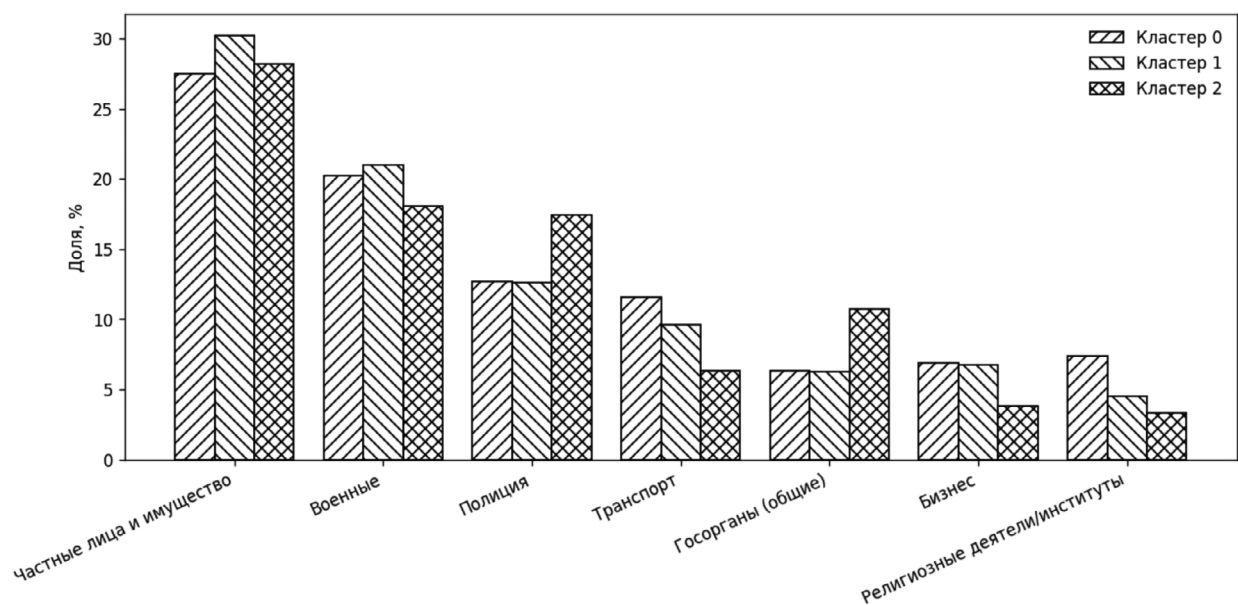


Рис. 6. Объекты атак: распределение долей по кластерам
Fig. 6. Targets: cluster-wise shares

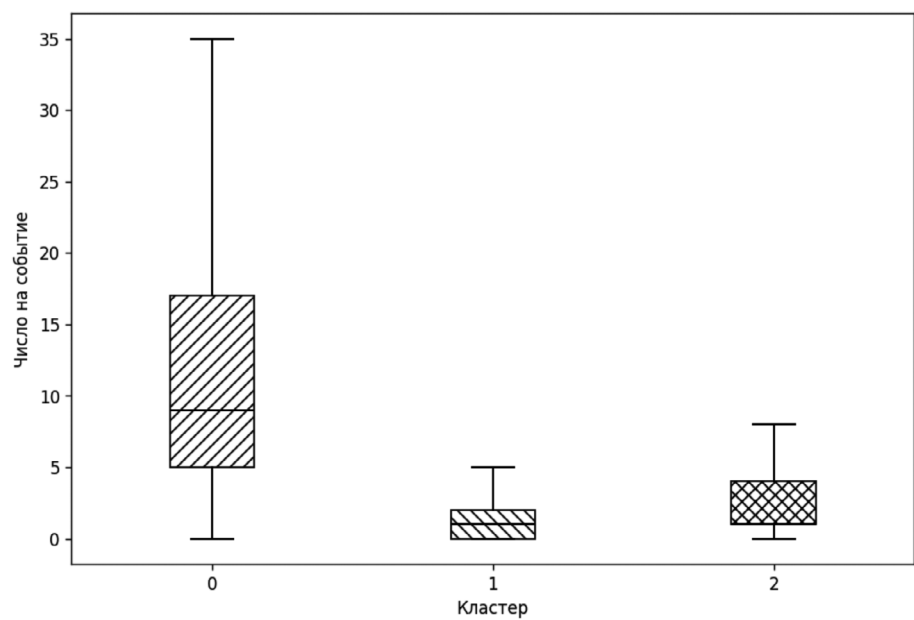


Рис. 7. Распределение безвозвратных потерь (убитые) по кластерам
Fig. 7. Fatal losses by cluster

По данным временных рядов, пики безвозвратных потерь синхронно затрагивают категории «Частные лица и имущество», «Военные» и «Полиция», причем фаза 2013–2016 гг. выделяется особо. Это согласуется с кластерной картиной: именно сценарии кластера 0 (Взрывы/взрывчатка; Гражданские и силовые цели) дают наибольший вклад в катастрофические годовые значения. Вклад «Транспорта» усиливается в годы всплесков, подчеркивая роль портов и переправ как узловых зон риска.

В целом, фигуры 5–12 демонстрируют согласованную картину: прямые связи «Метод – Способ» (см. рис. 3), устойчивое разграничение на три профиля (см. рис. 4), системные различия в долях методов/оружия/объектов между кластерами (см. Рис. 5, 6), различия в тяжести последствий (см. рис. 7, 8) и (v) синхронные пики смертности по целям в фазу эскалации (см. рис. 9). Описанные аргументы поддерживают интерпретацию кластеров как содержательно различных профилей риска, а не статистического артефакта.

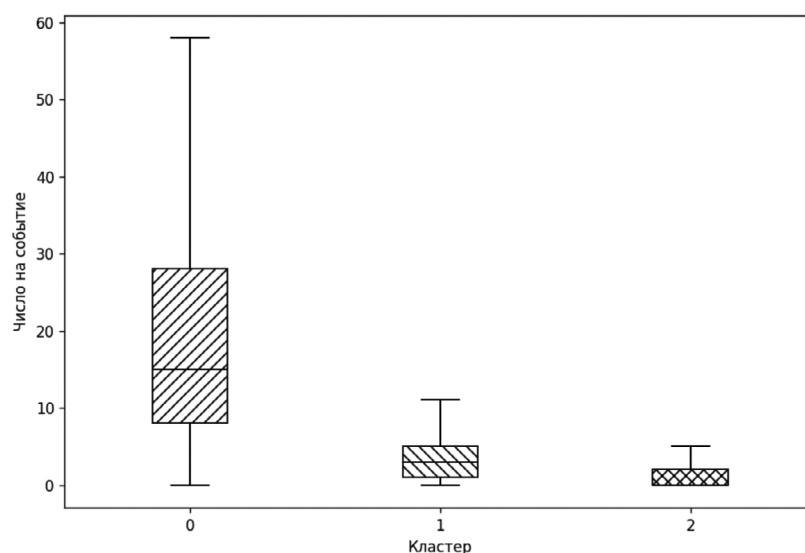


Рис. 8. Распределение санитарных потерь (раненые) по кластерам
Fig. 8. Non-fatal losses by cluster

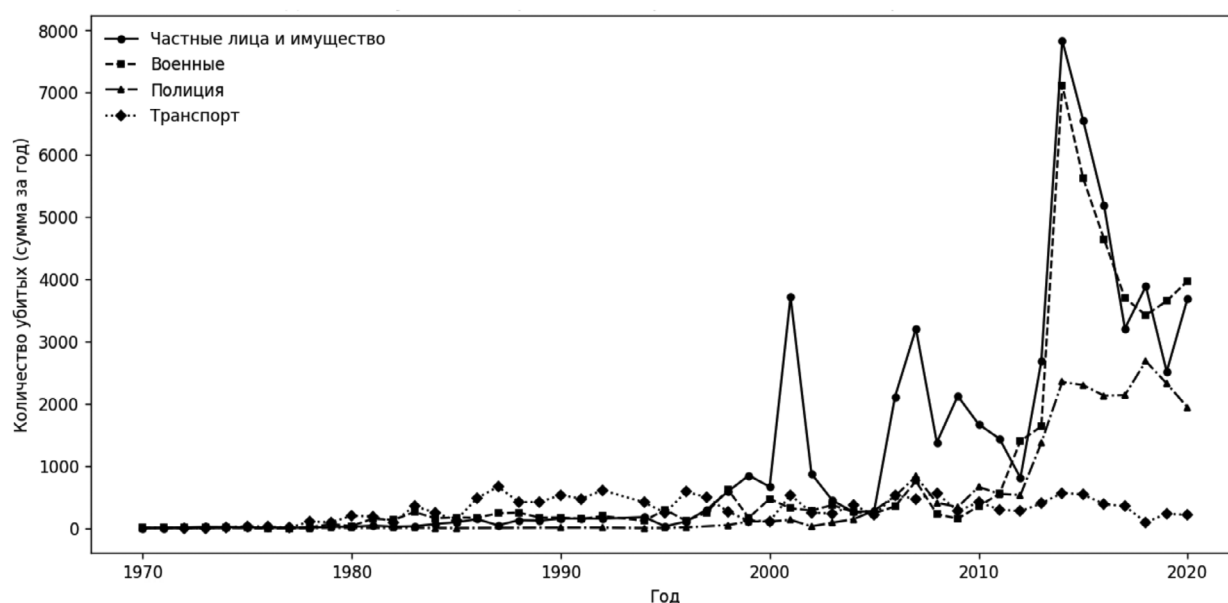


Рис. 9. Динамика убитых в терактах на море по объектам совершения
Fig. 9. The dynamics of those killed in terrorist attacks at sea by target

Обсуждение. Выявленная трехкластерная структура морских террористических актов позволяет перейти от описательного взгляда к интерпретации устойчивых профилей риска и их практического значения для медицины катастроф к системе безопасности на море. Наиболее существенным результатом является фиксация высокорискового кластера, формируемого событиями взрывного характера с применением взрывчатых веществ и нацеленностью одновременно на гражданские и силовые объекты. По своей природе этот профиль объединяет факторы, которые в морской среде усиливают друг друга: ограниченное простран-

ство, высокая плотность людей и оборудования, сложность эвакуации и логистические «узкие горлышки» портов и переправ. Конфигурация «Взрыв/подрыв – взрывчатка», которая продемонстрирована на рис. 2, подтверждает тактическую определенность террористов и объясняет наблюдаемую концентрацию массовых санитарных потерь в 2013–2016 гг. Этот период, согласно нашим данным, характеризуется не только ростом частоты событий, но и смещением их «массы» в сторону сценариев, где вероятны множественные травмы и ожоги, требующие немедленной сортировки и организации оказания специализированной медицинской

помощи (ожоговые профили, ингаляционные поражения, комбинированные травмы) [4–8].

Два других кластера проявляют различную клиническую и операционную «подпись». Профиль с преобладанием вооруженных нападений отражает адресные атаки на военных и полицию, где последствия, как правило, ниже по масштабам, но требуют иной конфигурации готовности: кровоостанавливающие средства, быстрое обеспечение проходимости дыхательных путей, противошоковые мероприятия в условиях боестолкновения и потенциальной вторичной угрозы [4–6]. Низко-/среднеинтенсивный профиль событий, часто также связанный со взрывчатыми устройствами, но с меньшими потерями, указывает на широкий фон инцидентов, поддерживающих общий уровень напряжения и потребность в постоянной готовности служб скорой помощи, без систематической перегрузки госпитальной сети. Таким образом, с медицинской точки зрения обнаруженные кластеры соответствуют трем устойчивым режимам нагрузок: катастрофические всплески, тактические инциденты силового типа и хронический фон.

Двойственность цели — гражданские лица и представители силовых структур — прослеживается сквозь все уровни анализа и соотносится с логикой морской безопасности: порты и переправы, с одной стороны, создают условия для массового поражения, а с другой — концентрируют элементы контроля (береговая охрана, военные, полиция), которые становятся символическими и операционными целями [4, 7]. В периоды эскалации синхронный рост смертности среди частных лиц, военных и полиции указывает на вероятную координацию атак или как минимум на общие направления риска (политико-экономические кризисы, уязвимость логистических цепочек, рост активности нелегитимных акторов). Это соответствует более широким наблюдениям по GTD о связях между этапами жизненного цикла государства и террористической активностью [1–3].

С методологической точки зрения сильной стороной подхода является интеграция категориальных связей «метод — способ — объект» с величиной потерь в едином признаковом пространстве, что обеспечивает репрезентативное разделение без априорных предположений о структуре данных. Валидация несколькими индексами качества кластеров (силуэт,

Калински–Харабас, Дэвис–Булдин) и проекционная интерпретация в PCA создают достаточные основания считать разделение на три кластера устойчивым [9–15]. Вместе с тем выбранный нами подготовительный этап (one-hot и стандартизация, лог-трансформация потерь) не устраняет всех эффектов выбросов, а отсутствие геопространственных предикторов не позволяет оценить вклад региональной неоднородности и маршрутизации судоходства. Эти ограничения свойственны анализу на базе GTD и отражают как специфику источников, так и неполноту свойств описываемых терактов [1–3].

Практические выводы и решения для медицинского обеспечения вытекают непосредственно из профилей кластеров. Для высокорискового кластера первичны заблаговременное развертывание сортировочно-эвакуационных мощностей в портах (предпортовых эвакуоприемников), наличие модулей для лечения ожогов и ингаляционных поражений, усиление возможностей медицинской эвакуации (включая водные и вертолетные) и тренировки многопрофильных бригад к действиям в задымленных/замкнутых пространствах судов. Для силового профиля требуется фокусирование на кровотоках, раннем обезболивании, профилактике нарушения проходимости дыхательных путей и защищенной эвакуации при условии сохраняющихся рисках вторичных угроз. Редкие, но клинически тяжелые сценарии химических поражений, зафиксированные в выборке, оправдывают поддержание минимально достаточного уровня токсикологической готовности (СИЗ, антидоты, деконтаминация), особенно в условиях хранения или перевозки опасных грузов [4–8]. На государственном уровне обеспечения безопасности от терактов на море полученные результаты согласуются с выводами литературы о необходимости дифференцированного применения комплекса мер по поддержанию безопасности морских судов и портовых сооружений (International Ship and Port Facility Security Code) и практик риск-ориентированного контроля в критических точках логистических цепочек [4, 7].

Наконец, полученные типологии задают направление для прогностических и оперативных приложений. Во-первых, они могут служить эталонными профилями для мониторинга смещений тактик (например, рост доли воору-

женных нападений в кластере с исторически низкими потерями). Во-вторых, они пригодны для расчета сценарных потребностей в ресурсах (коечный фонд, операционные, расходные материалы, турникеты, бандаж, ожоговые повязки) под конкретный портовый кластер. В-третьих, расширение признаков пространства за счет географии, типа судна, расстояния от берега, сезонности и параметров грузопотоков позволит уточнить профили рисков и перейти к многоуровневым моделям (кластеризация с регуляризацией, смешанные модели, байесовские иерархии) [9–15]. Все это может быть использовано для построения устойчивой, воспроизводимой аналитики, сопряженной с оперативными процедурами реагирования.

При этом результаты подтверждают, что морской терроризм формирует не один, а несколько качественно различных вариантов угроз, каждый из которых требует собственной медицинской и организационной тактики действий для формирования готовности. Зафиксированная фаза эскалации 2013–2016 гг. лишь подчеркивает, что способность системы здравоохранения гибко переключаться между режимами различной интенсивности медико-санитарных последствий является ключевым условием устойчивости.

Заключение. Проведенное исследование позволило на основе данных GTD (1970–2020 гг.) выделить устойчивые кластеры морских тер-

рористических актов, где были зафиксированы медико-санитарные последствия. Кластеризация событий выявила три характерных профиля: высокорисковый, связанный с применением взрывчатых веществ и взрывов против гражданских и силовых объектов; вооруженных нападений с ограниченными последствиями; а также теракты со сравнительно низким уровнем потерь. Установлено, что именно первый кластер формирует ядро медико-санитарных последствий, определяя пики смертности и ранений в 2013–2016 гг.

Результаты показывают, что морской терроризм не является однородным феноменом, а представляет собой совокупность разнородных тактик, каждая из которых накладывает специфические требования на систему медицинского реагирования. Для практики медицины катастроф полученные данные служат обоснованием для приоритизации ресурсов на сценарии массовых поражений взрывного характера, а также для разработки специализированных мер по реагированию на вооруженные нападения и теракты с применением химических веществ.

Таким образом, проведенный анализ расширяет эмпирическую базу знаний о морском терроризме, вносит вклад в развитие методов риск-ориентированной классификации событий и создает основу для совершенствования планирования медико-санитарного обеспечения морской безопасности.

Сведения об авторах:

Шуленин Николай Сергеевич – кандидат медицинских наук, начальник организационно-планового отдела Военно-научного комитета; Главное военно-медицинское управление Министерства обороны Российской Федерации; Россия, 119160, Москва, ул. Знаменка, д. 14; SPIN: 3497-2982; ORCID: 0009-0008-4567-9279; e-mail: shulenin.ns@gmail.com

Лемешкин Роман Николаевич – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры организации и тактики медицинской службы, Военно-медицинская академия Министерства обороны Российской Федерации; Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; профессор кафедры, Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова; Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2; SPIN: 8660-5837; ORCID: 0000-0002-8291-6965; e-mail: lemeshkinroman@rambler.ru

Мавренков Эдуард Михайлович – доктор медицинских наук, председатель Военно-научного комитета; Главное военно-медицинское управление Министерства обороны Российской Федерации; Россия, 119160, Москва, ул. Знаменка, д. 14; SPIN: 8574-8891; ORCID: 0000-0001-8040-3720; e-mail: ehd-mavrenkov@yandex.ru

Горичный Виктор Александрович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры организации здравоохранения и профилактической медицины ЧОУВО «Санкт-Петербургский медико-социальный институт»; начальник научно-исследовательской лаборатории (регистр инфекционной патологии и ВИЧ-инфицированных военнослужащих) научно-исследовательского отдела (Всеармейский медицинский регистр Министерства обороны Российской Федерации) Научно-исследовательского центра Военно-медицинской академии Министерства обороны Российской Федерации; Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 9916-9660; ORCID: 0000-0003-4892-618X; e-mail: garik1501@mail.ru

Information about the authors:

Nikolay S. Shulenin – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Organizational and Planning Department of the Military Scientific Committee; Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation; Russia, 119160, Moscow, Znamenka Str., 14; SPIN: 3497-2982; ORCID: 0000-0002-9715-0931; e-mail: shulenin.ns@gmail.com

Roman N. Lemeshkin – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Organization and Tactics of the Medical Service; Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation; Russia, 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; Prof. Department, National Medical research. Almazov Center; Russia, 197341, Saint Petersburg, Akkuratova Str., 2; SPIN: 8660-5837; ORCID: 0000-0002-8291-6965; e-mail: lemeshkinroman@rambler.ru

Eduard M. Mavrenkov – Dr. of Sci. (Med.), Chairman of the Military Scientific Committee; Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation; Russia, 119160, Moscow, Znamenka Str., 14; SPIN: 8574-8891; ORCID: 0000-0001-8040-3720; e-mail: ehd-mavrenkov@yandex.ru

Viktor A. Gorichny – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Health Organization and Preventive Medicine at the St. Petersburg Medical and Social Institute; Head of the Research Laboratory (Registry of Infectious Pathology and HIV-infected military personnel) Research Institute (All-Army Medical Register of the Ministry of Defense of the Russian Federation) of the Scientific Research Center; Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation; Russia, 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; SPIN: 9916-9660; ORCID: 0000-0003-4892-618X; e-mail: garik1501@mail.ru

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования – Э. М. Мавренков, Р. Н. Лемешкин; сбор данных – Н. С. Шуленин; подготовка рукописи – В. А. Горичный.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: EdMM, RNL contribution to the concept and plan of the study. NSSh contribution to data collection. VAG contribution to the preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Финансирование: исследование проведено без дополнительного финансирования.

Funding: the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 20.09.2025

Принята к печати/Accepted: 15.12.2025

Опубликована/Published: 30.12.2025

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. LaFree G., Dugan L. Introducing the Global Terrorism Database. *Terrorism and Political Violence*, 2007, Vol. 19, No. 2, pp. 181–204.
2. START. Global Terrorism Database (GTD) Codebook: Methodology and Variables. University of Maryland, 2022, 147 p.
3. LaFree G., Yang S. M. The Impact of Global Trends on Terrorism. *International Journal of Comparative and Applied Criminal Justice*, 2010, Vol. 34, No. 1, pp. 1–19.
4. Bueger C. What is Maritime Security? *Marine Policy*, 2015, Vol. 53, pp. 159–164.
5. Lehr P. (ed.). *Violence at Sea: Piracy in the Age of Global Terrorism*. London: Routledge; 2006, 287 p.
6. Евдокимов В.И. Медико-биологические последствия терроризма в мире: монография / Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России, Санкт-Петербургский медико-социальный институт. СПб.: Измайловский, 2024. 101 с. (Серия «Чрезвычайные ситуации в мире и России»; вып. 3) [Evdokimov V. I., Medical and biological consequences of terrorism in the world: a monograph / A. M. Nikiforov All-Russian Center for Emergency and Radiation Medicine of the Ministry of Emergency Situations of Russia, St. Petersburg Medical and Social Institute. St. Petersburg: Izmailovsky, 2024. 101 p. (Series “Emergencies in the world and Russia”; issue 3) (In Russ.)].
7. Евдокимов В. И. Терроризм и его медико-биологические последствия в мире (2011–2020 гг.) // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2024. № 1. С. 14–33 [Evdokimov V. I., Terrorism and its medical and biological consequences in the world (2011–2020). *Med.-biol. and social psychology. security probation in Russia. situations*, 2024, No. 1, pp. 14–33 (In Russ.)]. doi: 10.25016/2541-7487-2024-0-1-14-33.
8. Шуленин Н. С., Мавренков Э. М., Шуленин К. С., Киселев В. С. Морской терроризм в цифрах: анализ терактов, угроз и перспектив противодействия // *Морская медицина*. 2025. Т. 11, № 2. С. 120–134 [Shulenin N. S., Mavrenkov E. M., Shulenin K. S., Kiselyov V. S. Maritime terrorism in figures: analysis of terrorist attacks, threats and prospects of counteraction. *Marine medicine*, 2025, Vol. 11, No. 2, pp. 120–134 (In Russ.)]. doi: 10.22328/2413-5747-2025-11-2-120-134. EDN XIQEPQ.
9. Шуленин Н. С., Лемешкин Р. Н., Мавренков Э. М., Шуленин С. Н. Структура и последствия морских террористических актов: данные для оценки рисков и планирования медицинского реагирования // *Морская медицина*. 2025. Т. 11, № 3. С. 93–110 [Shulenin N. S., Lemeshkin R. N., Mavrenkov E. M., Shulenin S. N. Structure and consequences of maritime terrorist acts: data for risk assessment and medical response planning. *Marine medicine*, 2025, Vol. 11, No. 3, pp. 93–110 (In Russ.)]. doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-3-93-110>; EDN: <https://eLibrary.ru/KAELVA>.
10. Murphy M. *Contemporary Piracy and Maritime Terrorism: The Threat to International Security*. London: Routledge; 2007, 224 p.

11. Klein N. *Maritime Security and the Law of the Sea*. Oxford: Oxford University Press; 2011, 372 p.
12. Raymond C. Z. Maritime Terrorism in Southeast Asia: A Risk Assessment. *Terrorism and Political Violence*, 2009, Vol. 21, No. 2, pp. 274–293.
13. Kaufman L., Rousseeuw P.J. *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. New York: Wiley; 2005, 368 p.
14. MacQueen J. Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, 1967, Vol. 1, pp. 281–297.
15. Rousseeuw P. J. Silhouettes: A Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 1987, Vol. 20, pp. 53–65.
16. Calinski T., Harabasz J. A Dendrite Method for Cluster Analysis. *Communications in Statistics*, 1974, Vol. 3, No. 1, pp. 1–27.
17. Davies D. L., Bouldin D. W. A Cluster Separation Measure. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1979, Vol. PAMI-1, No. 2, pp. 224–227.
18. Jolliffe I. T., Cadima J. Principal Component Analysis: A Review and Recent Developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2016, Vol. 374, № 2065, pp. 20150202.
19. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., Michel V., Thirion B., Grisel O., Blondel M., Prettenhofer P., Weiss R., Dubourg V., Vanderplas J., Passos A., Cournapeau D., Brucher M., Perrot M., Duchesnay É. Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 2011, Vol. 12, pp. 2825–2830.