

БЮДЖЕТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ РИСКА ДЛЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС НА УРОВНЕ ЧП: КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ, МЕТРИКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАРТА РЕШЕНИЙ

Смирнов А.Е.¹, Карнюшкин А.И.^{1,2}, Елисеева Е.А.¹, Клыгин А.В.²

¹Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

²Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация

Статья предлагает концептуальную модель риск-ориентированного бюджетирования для угроз уровня ЧП (повседневные инциденты – жилые пожары, ДТП с пострадавшими, утечки газа, локальные паводки, малые техногенные разливы) на муниципальном уровне. В отличие от подходов, ориентированных на редкие катастрофы, предложенная рамка связывает профиль риска (частота × тяжесть), портфель мер (превенция/реагирование), финансовые метрики (ожидаемый годовой ущерб – EAL, анализ выгод и затрат – CBA, коэффициент «выгоды-к-затратам» – BCR) и оперативные KPI служб (время реагирования, покрытие профилактикой). Методика включает оценку EAL по типам ЧП, расчёт BCR альтернативных мер, многокритериальную приоритизацию (MCDA), формирование бюджета в ограничении и чувствительный анализ. Демонстрационный набор данных иллюстрирует, как простая жадная стратегия по BCR формирует портфель с портфельным BCR > 2 при фиксированном бюджете, а также как «минус 1 минута прибытия» на пожарах может трансформироваться в экономию ущерба. Новизна – перенос практик риск-финансирования в зону «малых» ЧП, прозрачная увязка финансов и оперативной эффективности. Практическая ценность – применимость для финансовых департаментов и подразделений МЧС, масштабируемость и готовность к аудиту. Показаны ограничения и направления развития.

Ключевые слова

МЧС, ЧП, ожидаемый годовой ущерб (EAL), анализ «затраты–выгоды» (CBA), многокритериальная оценка (MCDA), ценность статистической жизни (VSL)

Введение

Муниципальная система безопасности сталкивается с высокой частотой «повседневных» ЧП: жилые пожары, ДТП с пострадавшими, утечки/взрывы бытового газа, локальные паводки, небольшие техногенные разливы. Эти инциденты не всегда достигают статуса крупной ЧС, но в сумме формируют значимую нагрузку на бюджеты, службы и общественное доверие. При ограниченных ресурсах возникает необходимость формально доказывать «рубль эффекта на

рубль затрат». Прежние практики часто опираются на инерционные статьи расходов, нормативы и экспертные оценки без явной количественной связи между риском, оперативными KPI и финансовым результатом. Международный сдвиг к управлению на основе риска (risk-based) и отечественный запрос на прозрачность и адресность мер подталкивают муниципалитеты к внедрению структурированной рамки, связывающей распределение бюджета с профилем угроз и ожидаемым эффектом предотвращения ущерба. В таких условиях востребована понятная методика, которая: а) оценивает ожидаемый годовой ущерб по типам ЧП; б) сопоставляет альтернативные меры превенции и усиления реагирования по BCR; в) формирует портфель в бюджетном ограничении; г) увязывает решения с KPI (время прибытия, покрытие профилактикой, доля квалифицированных осмотров).

Краткий обзор литературы

- Управление на основе риска и публичные финансы. В основе лежат принципы управления рисками (например, ISO-подходы) и международные рамки снижения риска бедствий (ориентация на профилактику, оценку уязвимости, приоритизацию инвестиций). В финансовой части – зрелые инструменты CBA/ССА, EAL и BCR для обоснования инфраструктурных и профилактических вложений.

- Риск-финансирование катастроф. Богатая литература посвящена катастрофическим рискам (страхование катастроф, параметрические продукты, облигации катастроф), где EAL, хвостовые распределения и сценарии «редко, но тяжело» являются стандартом. Эти практики обеспечивают строгую связь денег и риска, но в городской «повседневке» применяются редко.

- Муниципальные и «малые» ЧП. Исследования безопасности городской среды демонстрируют значимый экономический эффект от: систем раннего обнаружения пожаров, локальных инфраструктурных вмешательств в очагах аварийности (разметка, освещение, камеры), адресной профилактики среди групп риска, регулярной диагностики газовых сетей. Часто используются MCDA, сценарии и квазиестественные эксперименты.

- Ограничения текущих подходов. 1) Фокус на крупных ЧС, недостаток внимания к «повседневным» ЧП, где сумма частых малых потерь сравнима с редкими крупными. 2) Недостаточная интеграция финансовых метрик (NPV/BCR/EAL) с оперативными KPI служб (время реагирования, охват профилактики). 3) Слабая воспроизводимость и прозрачность для внешних стейкхолдеров (контрольные органы, общественность). 4) Нехватка простых методических шаблонов, пригодных к быстрому развёртыванию на муниципальном уровне.

Вывод обзора. Требуется прикладная, «легковесная» и воспроизводимая модель, переносящая дисциплину риск-финансирования в контекст «малых» ЧП, позволяющая прозрачно сопоставлять превенцию и реагирование, и совместимая с KPI оперативных служб.

Цель

Главная цель: разработать воспроизводимую концептуальную модель риск-ориентированного бюджетирования для угроз уровня ЧП на муниципальном уровне, которая прозрачным образом связывает профиль риска (частота × тяжесть), набор превентивных и реактивных мер, финансовые метрики (EAL, CBA/BCR) и оперативные KPI служб.

Частные задачи:

1. Формализовать расчёт ожидаемого годового ущерба (EAL) по типам ЧП, включая косвенные потери.

2. Описать метод сопоставления альтернативных мер по коэффициенту «выгоды-к-затратам» (BCR) и многокритериальному баллу (MCDA).

3. Предложить алгоритм формирования портфеля мер в бюджетном ограничении, с учётом влияния на KPI реагирования.
4. Задать процедуры сценарного/чувствительного анализа для проверки устойчивости приоритетов.
5. Показать на демонстрационном наборе данных, как применяется модель и какие решения она предлагает.

Методы

Подход объединяет четыре блока: оценка риска (EAL), оценка мер (выгоды/затраты), приоритизация (BCR + MCDA) и портфельная сборка (бюджетное ограничение), дополненная связкой с оперативными KPI и анализом чувствительности. Угрозы уровня ЧП рассматриваются как «частые, умеренные по ущербу» события: жилые пожары, ДТП с пострадавшими, утечки/взрывы бытового газа, локальные паводки, малые техногенные разливы.

Определения и ключевые формулы:

EAL (Expected Annual Loss) по типу инцидента i :

$$EAL_i = \text{Freq}_i \times \text{Loss}_i \times (1 + \alpha_i),$$

где Freq_i – ожидаемая частота в год, Loss_i – средний прямой ущерб (в руб.), α_i – коэффициент косвенных потерь (0–1+), учитывающий простой бизнеса, медико-социальные последствия и т.п.

Выгода (Benefit) от меры j для инцидентов типа i :

Пусть мера влияет на частоту (r_f) и/или на тяжесть (r_l). Тогда доля сниженного EAL:

$$\text{Reduct}_{i,j} = 1 - (1 - r_{f,i,j}) \times (1 - r_{l,i,j}),$$

где $\text{Benefit}_{i,j} = EAL_i, \text{base} \times \text{Reduct}_{i,j}$.

Если мера мульти-хазардна (действует на несколько типов ЧП): $\text{Benefit}_j = \sum_i \text{Benefit}_{i,j}$.

BCR (Benefit-Cost Ratio): $\text{BCR}_j = \text{Benefit}_j / \text{Cost}_j$

Портфельный BCR: $\text{BCR}_{\text{port}} = (\sum_j \in \text{Portfolio } \text{Benefit}_j) / (\sum_j \in \text{Portfolio } \text{Cost}_j)$

Привязка к KPI реагирования (эластичность ущерба по времени прибытия):

Предположим $\ln(\text{Loss}_i) = \beta_i \times t_{\text{response}} + \text{const} \rightarrow$ относительное изменение ущерба при снижении времени: $\Delta \text{Loss}_i / \text{Loss}_i \approx \beta_i \times \Delta t$

Тогда $\text{Reduct}_{i,\text{resp}} = -\beta_i \times \Delta t$ (для малых Δt), а $\text{Benefit}_{i,\text{resp}} = EAL_i \times (-\beta_i \times \Delta t)$

Многокритериальная приоритизация (MCDA) Цель: дополнить BCR нефинансовыми аспектами (безопасность, социальная справедливость, репутационные/правовые риски). Пример весов (w_k) и критериев ($S_{k,j}$, 0–1): $k1$:

безопасность (снижение смертности/травматизма) – $w1 = 0.4$ $k2$: экономическая эффективность (BCR, EAL-coverage) – $w2 = 0.4$ $k3$: управляемость/реализуемость (сроки, барьеры) – $w3 = 0.2$

Интегральный балл: $\text{MCDA}_j = \sum_k w_k \times S_{k,j}$

Итоговый ранг можно строить по:

$$R_j = \lambda \times \text{нормированный } (\text{BCR}_j) + (1 - \lambda) \times \text{MCDA}_j,$$

где $\lambda \in [0;1]$ (например, 0.6–0.8).

Алгоритм формирования решений:

Классифицировать типы ЧП и собрать базовые параметры (Freq , Loss , α) $\rightarrow$ рассчитать EAL_i .

Сформировать список мер; для каждой оценить стоимость (CAPEX + OPEX горизонта T) и эффекты r_f , r_l (или β_i и Δt для мер реагирования).

Рассчитать Benefit_j и BCR_j ; нормировать BCR для MCDA.

Оценить $S_{k,j}$ по шкалам 0–1 (экспертно/на основе чек-листов), вычислить MCDA_j и интегральный ранг R_j .

Сформировать портфель в бюджетном ограничении В: Простая стратегия:

жадный выбор по R_j (или по BCR_j) до исчерпания В. При «крупных кусках» бюджета – проверка комбинаций (малый перебор) для выявления доминирующих наборов.

Провести анализ чувствительности: варьировать Freq , Loss , α , r_f/r_l , β_i , Cost_i на $\pm 20\text{--}30\%$; фиксировать устойчивость ранжирования и портфеля.

Увязать итоговые меры с KPI: задать целевые значения (t_{response} , покрытие профилактикой), отразить их вклад в Benefit_j .

Данные и допущения:

Единицы анализа: тип ЧП в масштабе муниципалитета/района; при наличии – разрез по локациям (кластеры риска).

Мини-словарь данных: По инцидентам: тип, дата/время, гео, тяжесть (ущерб, пострадавшие), время прибытия, причина.

По мерам: описание, зона действия, стоимость (CAPEX, OPEX год), срок внедрения, ожидаемые r_f/r_l или $\beta_i \times \Delta t$, риски внедрения.

По окружению: демография, плотность застройки, инфраструктурные особенности (ливнёвки, газовые сети, перекрёстки-очаги).

Горизонт расчёта и дисконтирование: Если сравниваются варианты на 3–5 лет, применить дисконт r_d (например, 5–8%) и переводить расходы/выгоды в приведённые значения:

$$\text{PV}_{\text{Benefit } j} = \sum_t \text{Benefit}_{j,t} / (1 + r_d)^t; \text{PV}_{\text{cost } j} \text{ аналогично; } \text{BCR}_j = \text{PV}_{\text{Benefit } j} / \text{PV}_{\text{cost } j}.$$

В демонстрации ниже используем годовой срез без дисконтирования (концептуальный кейс).

Допущения эффективности: r_f и r_l задаются как интервальные величины (например, $r_f \in [0.05; 0.25]$); в базовом сценарии – средняя точка; для чувствительности – нижняя/верхняя границы.

Для мер реагирования использовать β_i – коэффициенты по классам ЧП (например, пожары более чувствительны к времени, чем паводки малой мощности).

Сценарный и чувствительный анализ Сценарии S0 (база), S– (пессимизм: низкая эффективность, рост цен), S+ (оптимизм: высокая эффективность, экономия закупок).

Анализ Tornado: влияние параметров (Freq , Loss , r_f , r_l , Cost) на BCR_j и на портфельный эффект. Проверка устойчивости ранжирования: метрика «доля сценариев, в которых мера остаётся в топ-N».

Проверки достоверности и валидация:

Баланс масс: Σ (сниженный EAL по портфелю) $\leq \Sigma$ (базовый EAL).

Реалистичность коэффициентов: r_f , r_l и β_i калибруются на эмпирике (публикации/пилоты/экспертные комиссии).

Сопоставимость затрат: учёт скрытых OPEX (обслуживание, обучение, расходники).

Конфликты мер: предотвращать двойной счёт (если две меры воздействуют на один и тот же субмеханизм риска).

```

# 1) Риск-профиль
for each hazard i:
    EAL[i] = Freq[i] * Loss[i] * (1 + alpha[i])

# 2) Эффект мер
for each measure j:
    Benefit[j] = 0
    for each affected hazard i:
        Reduct = 1 - (1 - r_f[i,j]) * (1 - r_l[i,j])
        Benefit[j] += EAL[i] * Reduct
    BCR[j] = Benefit[j] / Cost[j]

# 3) MCDA
for each measure j:
    MCDA[j] = sum_k( w[k] * Score[k,j] )
    Rank[j] = lambda * normalize(BCR[j]) + (1 - lambda) * MCDA[j]

# 4) Портфель
Portfolio = greedy_select_by(Rank, Budget)

# 5) Чувствительность
for scenario in {S-, S0, S+}:
    recompute all; record stability metrics

```

Рисунок 1 – Реплицируемость (минимальный псевдокод)

Критерии полноты результата (что будет на выходе):

- Таблица риск-профиля и мер (EAL, Cost, Benefit, BCR, MCDA, Rank).
- Графики: карта риска (частота × ущерб, размер = EAL), столбцы BCR с линией порога 1, кривая «выгода–бюджет» по портфелю.
- Краткий отчёт чувствительности (топ-меры стабильны/нестабильны, диапазон портфельного BCR).

Результаты и их обсуждение

Концептуальная модель в действии (демо-кейс):

Масштаб: условный муниципалитет (город), фокус на «типовых» угрозах уровня ЧП: жилые пожары, ДТП с пострадавшими, утечки/взрывы бытового газа, локальные паводки, малые техногенные разливы.

Горизонт: 1 год (для наглядности – без дисконтирования). Показатели – ожидаемые значения. Числа иллюстративны и служат для демонстрации методики.

Риск-профиль (EAL) по типам ЧП:

Формула:

$EAL = \text{Частота} \times \text{Средний прямой ущерб} \times (1 + \alpha),$

где α – коэффициент косвенных потерь.

Таблица 1 – Профиль риска по типам ЧП (базовый сценарий, S0)

Тип ЧП	Частота в год	Средний прямой ущерб, тыс. руб.	Коэф. косвенных потерь α	Базовый EAL, млн руб.
Жилой пожар	120	450	0.6	86.4
ДТП с пострадавшими	300	150	0.3	58.5
Утечки/взрывы бытового газа	15	2000	0.8	54.0
Локальные паводки	20	300	0.5	9.0
Малые техногенные разливы	25	500	0.4	17.5
ИТОГО	—	—	—	225.4

Кандидатные меры и их экономическая эффективность:

Эффект меры j на тип i задаём как

$$\text{Reduct}_{i,j} = 1 - (1 - r_f) \times (1 - r_t),$$

где r_f – снижение частоты, r_t – снижение тяжести (для простоты ниже – суммарное сокращение EAL в процентах).

Выгода:

$$\text{Benefit}_j = \sum_i \text{EAL}_i \times \text{Reduct}_{i,j}.$$

$$\text{Коэффициент: } \text{BCR}_j = \text{Benefit}_j / \text{Cost}_j.$$

Таблица 2 – Меры: стоимость, эффекты, выгоды, BCR (S0)

Мера (описание)	Какой риск снижает	Стоимость, млн	Сокращение EAL, %	Выгода, млн	BCR
Дымовые извещатели + адресные инспекции	Жилые пожары	10	30	25.92	2.59
Камеры + переразметка очагов аварийности	ДТП с пострадавшими	8	15	8.78	1.10
Диагностика газовых сетей + датчики	Утечки/взрывы газа	5	20	10.80	2.16
Чистка ливнёвок + защитные жалюзи	Локальные паводки	3	40	3.60	1.20
Сорбенты + тренировки персонала предприятий	Малые техногенные разливы	2	25	4.38	2.19

Многокритериальная приоритизация (MCDA) и итоговый ранг:

Веса критериев: безопасность ($w_1=0.4$), экономическая эффективность ($w_2=0.4$; используется нормированный BCR), реализуемость ($w_3=0.2$).

$$\text{Нормировка BCR: } \text{BCR}_{\text{norm}} = (\text{BCR} - 1) / (\text{BCR}_{\text{max}} - 1), \text{BCR}_{\text{max}} = 2.59.$$

$$\text{Итоговый ранг: } R = \lambda \times \text{BCR}_{\text{norm}} + (1 - \lambda) \times \text{MCDA}, \lambda = 0.7.$$

Таблица 3 – MCDA и ранжирование (оценки 0–1; экспертные шкалы для безопасности и реализуемости)

Мера	Безопасность	Эффективность (BCR_norm)	Реализуемость	MCDA	Итоговый ранг R
Дымовые извещатели + инспекции	0.90	1.000	0.80	0.92	0.976
Диагностика газовых сетей + датчики	0.80	0.730	0.60	0.732	0.731
Сорбенты + тренировки	0.40	0.748	0.90	0.639	0.715
Чистка ливнёвок + жалюзи	0.50	0.126	0.85	0.420	0.214
Камеры + переразметка	0.70	0.063	0.70	0.445	0.178

Вывод: даже с учётом безопасности «газ» обгоняет «разливы» по интегральному рангу (хотя их BCR близки), что отражает приоритет снижения смертельных и тяжёлых исходов.

Портфель при бюджетном ограничении:

Бюджет: 20 млн руб. выбираем меры по убыванию R до исчерпания бюджета. Состав портфеля: Пожары (10) + Газ (5) + Разливы (2) + Паводки (3) = 20 млн. Совокупная выгода: $25.92 + 10.80 + 4.38 + 3.60 = 44.70$ млн. Портфельный BCR: $44.70 / 20 = 2.24$. Доля сниженного EAL: $44.70 / 225.4 \approx 19.8\%$.

Кривая «выгода–бюджет» (кумулятивно, S0):

- 10 млн → 25.92 млн (только «Пожары»)
- 15 млн → 36.72 млн (+ «Газ»)
- 17 млн → 41.10 млн (+ «Разливы»)
- 20 млн → 44.70 млн (+ «Паводки»)

Связка с KPI реагирования (пример):

Предпосылка: для пожаров эластичность ущерба по времени прибытия выше, чем для других ЧП.

Пусть $\beta_{\text{fire}} \approx -0.08$ «на 1 минуту» (то есть -8% к ущербу на минуту быстрее), для иллюстрации.

Тогда при $\text{EAL}_{\text{fire}} = 86.4$ млн снижение на 1 мин даёт $\text{Benefit}_{\text{fire}} \approx 6.91$ млн/год.

Сравнение мер реагирования:

- «Опорный пост» в очагах пожаров: $\text{Cost} \approx 6$ млн/год, $\Delta t \approx -1$ мин → $\text{BCR} \approx 6.91/6 \approx 1.15$.
- «Приоритетный проезд/выделенные полосы» + светофорные приоритеты: $\text{Cost} \approx 2$ млн/год, $\Delta t \approx -0.5$ мин → $\text{Benefit} \approx 3.46$ млн → $\text{BCR} \approx 1.73$.

Вывод: даже без изменения профилактики, точечные меры ускорения реагирования могут иметь приемлемый BCR на «пожароопасных» кластерах; их стоит рассматривать как альтернативу/дополнение в портфеле.

Анализ чувствительности и сценарии:

Определения:

S– (пессимизм): эффективность мер -30% , стоимость $+20\%$.

S0 (база): как в Табл. 2.

S+ (оптимизм): эффективность +20%, стоимость –10%.

Сводка по портфелю (выбор по рангу, при актуализированном бюджете):

S–: Цены ↑, эффективность ↓. Бюджет 20 млн позволяет взять «Пожары» (12) + «Газ» (6) = 18 млн; «Разливы» (2.4) уже не помещаются. Выгода = $18.14 + 7.56 = 25.70$ млн; портфельный $BCR \approx 25.70 / 18 = 1.43$.

S0: Портфель из 4 мер. Выгода = 44.70 млн; $BCR = 2.24$.

S+: Цены ↓, эффективность ↑. Все 4 меры занимают 18 млн; выгода = $31.10 + 12.96 + 5.25 + 4.32 = 53.63$ млн; $BCR \approx 53.63 / 18 = 2.98$. (Добавление «ДТП» потребовало бы +7.2 млн и не влезает в бюджет.)

Стабильность приоритетов:

«Пожары» – 3/3 сценария в топ-1.

«Газ» и «Разливы» меняются местами по BCR в S+, но при MCDA «Газ» чаще остаётся выше (в 2 из 3 сценариев).

«ДТП» и «Паводки» остаются за порогом, т.к. дают меньший вклад в портфельный эффект при том же бюджете.

Выводы и заключение

Достижение цели: представлена воспроизводимая концептуальная модель риск-ориентированного бюджетирования для угроз уровня ЧП на муниципальном уровне. Показана связка риск-профиля (EAL), портфеля мер (превенция/реагирование), финансовых метрик (BCR) и оперативных KPI. Демонстрационный кейс подтвердил применимость: при бюджете 20 млн руб. достигнут портфельный $BCR \approx 2.24$ (S0) с уменьшением суммарного EAL почти на 20%.

Кто и где может применить результаты:

- Департаменты финансов городов/субъектов РФ – для обоснования программ профилактики и распределения резервов.
- Подразделения МЧС – для приоритизации профилактических обходов, размещения датчиков, улучшений времени реагирования.
- Контрольно-счётные органы – для аудита «выгоды на рубль» и оценки альтернативных вариантов портфеля.
- Страховые/муниципальные фонды – для калибровки страховых/резервных механизмов под профиль «малых» ЧП.

Практические рекомендации:

1. Начать с минимального набора данных (частоты, ущерба, косвенные потери), затем уточнять эффективность мер по пилотам/экспертизе.
2. Вводить MCDA с обязательным критерием «безопасность» для балансировки чисто экономических решений.
3. Включить в портфель не менее одной меры ускорения реагирования в кластерах с высокой эластичностью ущерба по времени прибытия.
4. Проводить сценарный анализ как обязательный элемент защиты бюджета.

Перспективы дальнейших исследований:

- Геопространственная детализация (район/квартал), таргетинг мер по «очагам».
- Долгосрочное моделирование (3–5 лет) с дисконтированием и учётом деградации/обслуживания мер.

- Интеграция с цифровыми системами оповещения и данными реального времени (IoT/датчики).
- Связка с финансовыми инструментами (резервные фонды, параметрические страховые схемы) и оценка их BCR.
- Полевая валидация β -коэффициентов для разных типов ЧП и уточнение эластичностей ущерба.

Литература

1. ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018. – 35 p.
2. ISO 22320:2018 Security and resilience – Emergency management – Guidelines for incident management. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
3. HM Treasury. The Green Book: Central Government Guidance on Appraisal and Evaluation. – London: HM Treasury, 2022. – URL: <https://www.gov.uk/government/publications/the-green-book-appraisal-and-evaluation-in-central-government> (дата обращения: 15.11.2025).
4. Boardman A. E., Greenberg D. H., Vining A. R., Weimer D. L. Cost–Benefit Analysis: Concepts and Practice. – 5th ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2018. – 560 p.
5. Belton V., Stewart T. Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. – Boston: Springer, 2002. – 372 p.
6. Keeney R. L., Raiffa H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. – Cambridge: Cambridge University Press, 1993. – 569 p.
7. Neumann P. J., Sanders G. D., Russell L. B., Siegel J. E., Ganiats T. G. Cost-Effectiveness in Health and Medicine. – 2nd ed. – New York: Oxford University Press, 2016. – 496 p.
8. World Bank. Lifelines: The Resilient Infrastructure for Sustainable Development. – Washington, DC: World Bank, 2019. – URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31805> (дата обращения: 15.11.2025).
9. OECD. Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies. – Paris: OECD Publishing, 2012. – URL: <https://www.oecd.org/env/tools-evaluation/mortalityriskvaluation.htm> (дата обращения: 15.11.2025).
10. Aven T. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation // European Journal of Operational Research. – 2016. – Vol. 253, no. 1. – P. 1–13.
11. Haddow G. D., Bullock J. A., Coppola D. P. Introduction to Emergency Management. – 7th ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2020. – 546 p.
12. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. – Geneva: UN, 2015. – URL: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030> (дата обращения: 15.11.2025).
13. МЧС России. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Государственный доклад. – М.: МЧС России, 2024. – URL: <https://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 15.11.2025).
14. Росстат. Россия в цифрах – 2024: Краткий статистический сборник. – М.: Федеральная служба государственной статистики, 2024. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 15.11.2025).
15. Росгидромет. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год. – М.: Росгидромет, 2024. – URL: <https://www.meteorf.ru> (дата обращения: 15.11.2025).

16. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». – URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 15.11.2025).
17. Федеральный закон от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц». – URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 15.11.2025).
18. CRED. EM-DAT: The International Disaster Database. – Brussels: Université catholique de Louvain, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2025. – URL: <https://www.emdat.be> (дата обращения: 15.11.2025).
19. NGFS. NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors: 2023 update. – Paris: Network for Greening the Financial System, 2023. – URL: <https://www.ngfs.net/ngfs-scenarios-portal> (дата обращения: 15.11.2025).

RISK-BASED BUDGETING FOR EMERCOM UNITS AT THE EMERCOM OF RUSSIA'S EMERCOM AT THE EMERCOM OF RUSSIA: A CONCEPTUAL MODEL, PERFORMANCE METRICS, AND A DECISION MAP

Smirnov A.E.¹, Karnyushkin A.I.^{1,2}, Eliseeva E.A.¹, Klygin A.V.²

¹Bauman Moscow State Technical University (National Research University)

²Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract

This article proposes a conceptual model of risk-based budgeting for emergency-level threats (everyday incidents – residential fires, road accidents with casualties, gas leaks, local floods, minor man-made spills) at the municipal level. Unlike approaches focused on rare disasters, the proposed framework links the risk profile (frequency × severity), the portfolio of measures (prevention/response), financial metrics (expected annual loss (EAL), cost-benefit analysis (CBA), and benefit-to-cost ratio (BCR), and operational KPIs of services (response time, prevention coverage). The methodology includes an EAL assessment by emergency type, calculation of the BCR of alternative measures, multi-criteria prioritization (MCDA), constraint-based budgeting, and sensitivity analysis. A demonstration dataset illustrates how a simple greedy BCR strategy generates a portfolio with a portfolio BCR > 2 under a fixed budget, and how "minus 1 minute of arrival" in fires can translate into cost savings. The novelty lies in the transfer of risk financing practices to the area of "small" emergencies, transparently linking finances and operational efficiency. Practical value lies in its applicability to finance departments and units of the Ministry of Emergency Situations, scalability, and audit readiness. Limitations and areas for development are highlighted.

Keywords

Ministry of Emergency Situations, emergencies, expected annual loss (EAL), cost-benefit analysis (CBA), multi-criteria cost-benefit analysis (MCDA), value of statistical life (VSL)