

УДК 004.853, 004.051, 681.518

БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЧС РОССИИ

В. В. ЧУРИЛИНА¹, К. З. БИЛЯТДИНОВ²

¹ ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

² ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
E-mail: v_v_ch97@mail.ru, k74b@mail.ru

Предлагаемая базовая модель предназначена для организации процесса информационного обеспечения принятия управленческих решений в подразделениях информационной безопасности МЧС России путем рациональной обработки и систематизации информации, подготовки вариантов решений в зависимости от сложившейся ситуации и интеграции знаний для обеспечения и повышения устойчивости и эффективности организационных систем в условиях неопределённости.

В составе базовой модели разработаны схема взаимодействия компонентов, представляющих собой математические модели, унифицированные табличные формы для систематизации данных, метрики кластеризации и схема классификации данных, что на практике позволит снизить время принятия рациональных управленческих решений.

Ключевые слова: база знаний, управленческие решения, неопределённость, интеграция, информационные ресурсы, устойчивость, эффективность.

BASIC MODEL OF INFORMATION SUPPORT FOR DECISION-MAKING IN ORGANISATIONAL SYSTEMS OF INFORMATION SECURITY UNITS OF EMERCOM OF RUSSIA

V. V. CHURILINA, K. Z. BILYATDINOV

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education
«Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia»,
Russian Federation, Saint-Petersburg,
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation,
Russian Federation, Saint-Petersburg
E-mail: v_v_ch97@mail.ru, k74b@mail.ru

The proposed basic model is designed to organize the process of information support of managerial decision-making in the information security units of EMERCOM of Russia by means of rational processing and systematization of information, preparation of decision options depending on the current situation and knowledge integration to ensure (improve) the sustainability and efficiency of organisational systems under conditions of uncertainty.

As part of the basic model the scheme of interaction of components representing mathematical models, unified tabular forms for data systematisation, clustering metrics and data classification scheme have been developed, which in practice allows to reduce the time of making rational management decisions.

Key words: knowledge base, rational management decisions, uncertainty, integration, information resources, sustainability, efficiency.

Введение

Актуальность темы исследования основывается на объективной необходимости постоянного совершенствования информационного обеспечения (далее – ИО) принятия управленческих решений в организационных системах с целью обеспечения (повышения)

эффективности их функционирования в различных условиях [1].

Под организационными системами подразделений информационной безопасности МЧС России (далее – ОС) понимаются структурированные совокупности взаимосвязанных элементов, включающие персонал, технологии,

нормативно-правовую базу и информационные процессы, предназначенные для обеспечения защиты информации, противодействия киберугрозам и выполнения других задач в системе МЧС России в зависимости от специфики и уровня управления.

Анализ результатов научных исследований [1–5] выявил определённые пробелы в развитии научно-методологического базиса ИО управления сложными системами [4–7], применимого для ИО принятия управленческих решений в ОС с учётом временных ограничений, неопределённости, заведомо неблагоприятных воздействий внешней среды и специфики функционирования подразделений информационной безопасности (далее – ПИБ) МЧС России.

В связи с этим осуществлена **постановка задачи исследования**: разработать базовую модель информационного обеспечения принятия решений в ОС (далее – БМ) для повышения устойчивости и эффективности управления за счет интеграции процессов сбора, обработки, классификации, прогнозирования и хранения информации с учетом требований к свойствам информации в информационных ресурсах ПИБ МЧС России (далее – ИР) по достоверности, полноте, своевременности, доступности, структурированности и актуальности для принятия своевременных, обоснованных рациональных управленческих решений в заданный период времени функционирования ОС.

Основная часть

Назначение базовой модели (рис. 1) заключается в обеспечении эффективной организации процесса информационного обеспечения принятия управленческих решений в организационных системах ПИБ. Модель ориентирована на реализацию комплексного подхода, включающего рациональную обработку и систематизацию поступающей информации, формирование и обоснованный выбор альтернативных вариантов решений с учётом текущей оперативной обстановки, а также интеграцию накопленных знаний. Это позволяет повысить устойчивость и эффективность функционирования организационных систем в условиях неопределённости, динамично изменяющейся внешней среды и ограниченных временных ресурсов на реагирование.

Применение базовой модели информационного обеспечения принятия решений предполагает наличие организационно-правовых условий и технической готовности к формированию, регулярному пополнению и

поддержанию в актуальном состоянии информационных ресурсов подразделений информационной безопасности. Это включает доступ к необходимым источникам данных, а также обеспечение их достоверности, полноты, своевременности и защищённости. При этом внедрение и эксплуатация модели сопряжены с рядом ограничений, направленных на обеспечение её практической реализуемости и совместимости с существующими системами управления:

1. Внедрение БМ не должно требовать существенных затрат ресурсов, времени и изменений в существующей организационно-штатной структуре ПИБ МЧС России.

2. Внедрение БМ не должно нарушать режимы безопасного функционирования ПИБ МЧС России и требования информационной безопасности.

3. Базовая модель должна быть разработана с учётом возможности использования как существующих, так и перспективных аппаратно-программных комплексов, включая доверенный искусственный интеллект и квантовые технологии.

На основе допущений и ограничений, БМ (рис. 1) включает в себя параметрические модели:

1. Модель сбора и предварительной обработки данных (далее – МСиПОД).

МСиПОД предназначена для оценки качества входных данных, их нормализации, проверки полноты, а также оценки временных задержек информации, поступающей из внутренних и внешних источников.

Оценка качества входных данных Q для принятия решений в ОС определяется по формуле (1) [6, 10]

$$Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i * \left(1 - \frac{|x_i - x_i^*|}{x_i}\right), \quad (1)$$

где n – количество параметров, подвергаемых оценке;

w_i – весовой коэффициент i -го параметра, определяющий его значимость [3];

x_i – эталонное (ожидаемое) значение i -го параметра, определяющееся на основе нормативных требований, экспертных оценок или исторических данных, характеризующих штатное функционирование организационной системы;

x_i^* – фактическое значение i -го параметра, полученное от источника.

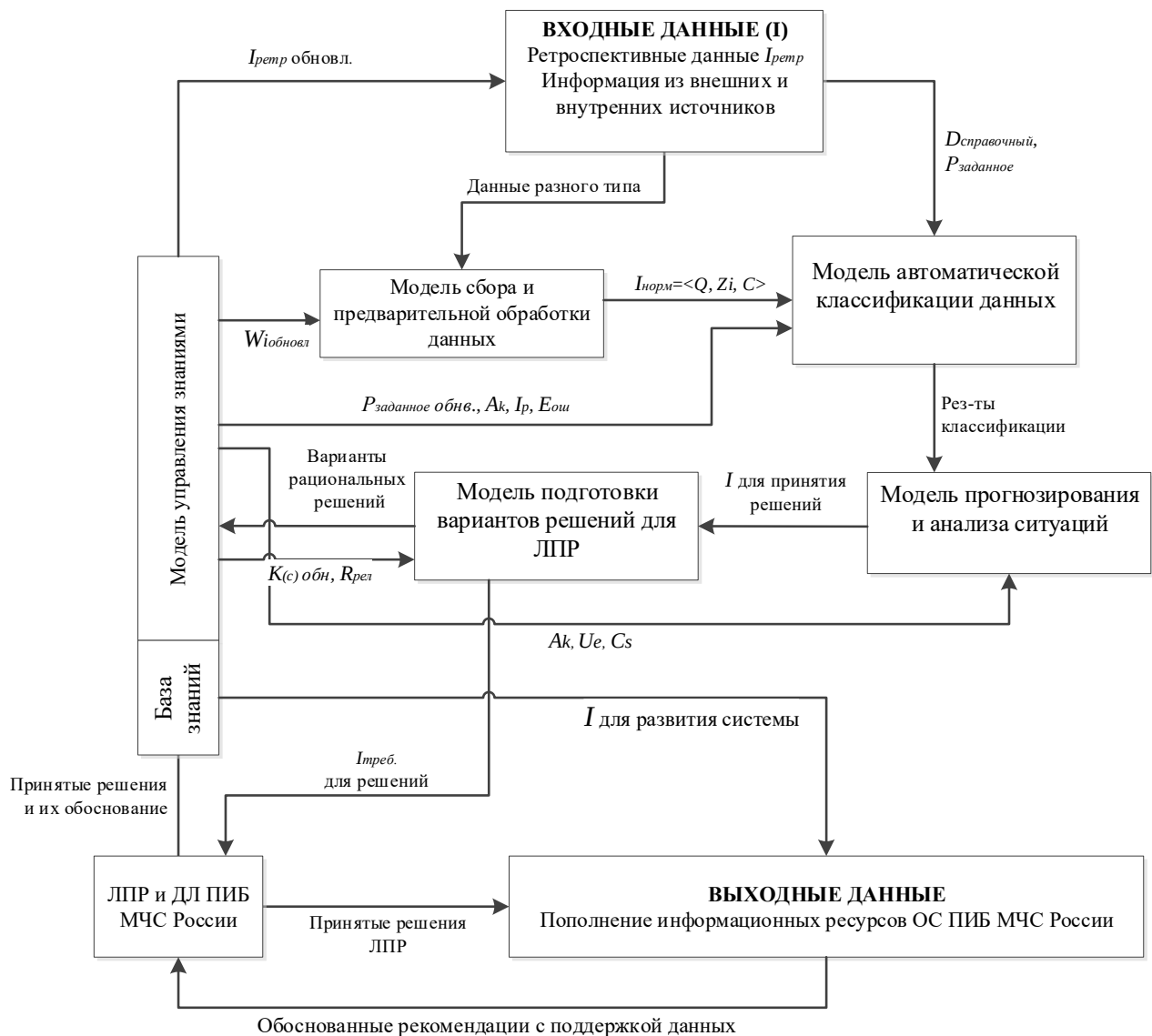


Рис. 1. Схема базовой модели ИО принятия решений в ОС ПИБ МЧС России

Если $x_i=0$, то в знаменателе формулы (1) добавляется малая положительная константа ε ($\varepsilon = 10^{-9}$) и знаменатель преобразуется ($|x_i| + \varepsilon$), чтобы избежать некорректности формулы при делении на ноль.

Поскольку данные могут поступать в различных форматах и шкалах измерения, для унификации их представления применяется процедура нормализации по формуле (2). Эта операция приводит все данные к единой шкале $[0; 1]$, что необходимо для последующего анализа и сравнения.

$$Z_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (2)$$

где x_i – исходное значение;

$x_{\max}, x_{\min}$ – минимальное и максимальное значения диапазона для данного параметра.

Для оценки того, насколько полно собраны данные по заданному событию в МСи-ПОД применяется формула (3):

$$C = \frac{k}{m}, \quad (3)$$

где C – степень полноты информации;

k – количество фактически собранных характеристик события;

m – общее число необходимых характеристик события.

Если $C < 0,5$, то необходимо запросить дополнительные данные из других источников.

Для оценки временной задержки T_3 после начала события применяется формула (4):

$$T_3 = t_{\phi} - t_{\Delta}, \quad (4)$$

где t_{ϕ} – время фактического получения информации;

t_{Δ} – допустимое время получения.

Если $T_3 < 0$, информация поступила своевременно; если $T_3 > 0$, произошла задержка, требующая анализа причин сложившейся ситуации.

Полученные в МСиПОД данные систематизируются как выходные данные для других компонентов БМ и для пополнения ИР. Рекомендуемая табличная форма для систематизации данных представлена в виде табл. 1.

Таблица 1. Систематизация данных модели сбора и первичной обработки данных для пополнения информационных ресурсов ОС

Качество входных данных	Нормализация	Степень полноты данных	Временная задержка
Q	z_i	C	T_3
0,87	0,75	0,8	120

2. Модель автоматической классификации данных (далее – МАКД).

Назначение МАКД заключается в определении и уточнении вероятности наличия аномального события на основе анализа дополнительных признаков, оценке уровня риска, определении наиболее значимых характеристик для классификации, а также кластеризации событий с целью повышения точности прогнозирования путём снижения неопределённости.

В МАКД поступают входные данные из МСиПОД в виде нормализованных данных, ретроспективной информации [3], справочные значения ущерба D для различных типов неблагоприятных событий для системы информационной безопасности. Для автоматического определения подозрительных событий [7] предлагается расчёт вероятности наличия аномального события $P(A)$ по формуле (5):

$$P(A) = \frac{N_a}{N_t}, \quad (5)$$

где N_a – количество зарегистрированных аномальных событий;

N_t – общее количество событий за период.

Если $P(A) \leq P_{\text{заданное}}$, то событие классифицируется как «нормальное», $P(A) > P_{\text{заданное}}$, событие классифицируется как аномальное. $P_{\text{заданное}}$ может задаваться на основе ретроспективной информации и экспертных оценок или для автоматизации процесса с помощью Байесовского порога (6) [4]:

$$P_{\text{заданное}} = \frac{C_{\text{ложный}}}{C_{\text{ложный}} + C_{\text{пропущенный}}}, \quad (6)$$

где $C_{\text{ложный}}$ – стоимость ложного срабатывания;
 $C_{\text{пропущенный}}$ – стоимость пропущенной аномалии.

Формула Байеса (8) применяется для уточнения вероятности аномального события $P(A|B)$ с учетом наличия определенного признака B [4]:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}, \quad (8)$$

где $P(A)$ – априорная вероятность аномалии A (до учета признака B);

$P(B|A)$ – вероятность наблюдения признака B при условии, что аномалия A произошла;

$P(B)$ – общая вероятность наблюдения признака B в любых условиях (с аномалией или без неё), рассчитанная по формуле (9):

$$P(B) = P(A|B) \cdot P(A) + P(B|\neg A) \cdot P(\neg A), \quad (9)$$

где $P(B|\neg A)$ – вероятность наблюдения B при отсутствии аномалии;

$P(\neg A) = 1 - P(A)$ – вероятность отсутствия аномалии.

Если событие сопровождается несколькими признаками ($B_1, B_2, \dots, B_n$), формула Байеса (9) применяется последовательно для каждого признака, обновляя значения $P(A)$ на каждом шаге.

Оценка уровня риска (7):

$$R = P(A) \cdot D \quad (7)$$

Для кластеризации числовых данных применяется расстояние Евклида (10):

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}, \quad (10)$$

где, y – набор признаков события (время, ущерб и т.д.).

Для категориальных данных, таких как типы событий, код ошибки, применяется расстояние Хэмминга (11):

$$d_H(x, y) = \sum_{i=1}^n \delta(x_i, y_i), \quad (11)$$

где $\delta(x_i, y_i)$ – функция, принимающая значение 1, если $x_i \neq y_i$ и 0, если $x_i = y_i$.

$$D_{L,i,j} = \begin{cases} \max(i, j) & \text{если } i = 0 \text{ или } j = 0 \\ D[i-1][j-1] & \text{если } A[i-1] = B[j-1] \\ 1 + \min(D[i-1][j], D[i][j-1], D[i-1][j-1]) & \text{иначе} \end{cases} \quad (12)$$

В модели расстояние Левенштейна применяется для сравнения текстовых описаний событий (например, названия угроз). События с минимальными расстояниями между собой объединяются в кластеры по схожим признакам (табл. 2). С помощью формул логистической регрессии (13, 14) рассчитывается вероятность принадлежности события к классу «аномальное» $\sigma(\eta)$ с линейной комбинацией признаков и весов η .

$$\sigma(\eta) = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (13)$$

$$\eta = w_0 + \sum_{i=1}^n w_i x_i, \quad (14)$$

где w_0 – смещение, отвечающее за сдвиг решающей границы;

w_i – веса признаков, определяющие их влияние на результат.

Формула расстояния Левенштейна (12) рассчитывается с помощью динамического программирования. Для двух строк A и B длиной m и n соответственно строится матрица D размером $(m+1) \times (n+1)$, где D_{ij} – это расстояние между первыми i символами строки A и первыми j символами строки B.

x_i – нормированные данные из МСиПОД (например, частота активности, время).

Формула энтропии множества $H(S)$ применяется для оценки количества информации в потоке событий (15), для выбора наиболее важных признаков классификации событий (например, «тип события», «временная метка», «источник») и для повышения точности прогнозирования рисков за счет уменьшения неопределенности:

$$H(S) = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2(p_i), \quad (15)$$

где p_i – частота встречаемости класса i среди всех событий.

Полученные в МАКД данные систематизируются как выходные данные для других компонентов БМ (табл. 3) и пополнения ИР (рис. 1).

Таблица 2. Таблица сравнения метрик кластеризации

Метрика	Применение в модели	Особенности
Расстояние Евклида	Кластеризация числовых параметров (R , c_i , T_z)	Работает с непрерывными значениями, но не с категориями
Расстояние Хэмминга	Классификация категориальных событий (тип события, источник события и т.д.)	Учитывает только точные совпадения символов на позициях
Расстояние Левенштейна	Анализ текстовых описаний (названия КВС, отчеты и т.д.)	Учитывает вставки, удаления и замены символов

Таблица 3. Систематизация данных МАКД для пополнения ИР ОС

Классифицированное событие	Уровень риска	Вероятность аномального события	Кластер события
аномальное/нормальное	R	$P(A B)$	Описание события
аномальное	0,85	0,91	Ddos-атака

3. Модель прогнозирования и анализа ситуаций (далее – МПиАС) предназначена для оценки потенциальных потерь, прогнозирования изменений уровня риска, оценки эффективности прогнозных моделей, прогнозирования затрат по кластерам из МАКД, оценки среднего времени реакции на обработку заявок, а также

корректировки уровня риска в условиях неопределенности и недостатка информации.

Применение понятия уровня риска потерь R (16) позволяет количественно оценить возможные потери:

$$R = P(A) * D, \quad (16)$$

где $P(A)$ – вероятность возникновения аномального события;

D – нормализованная или абсолютная оценка потенциального ущерба.

Для прогнозирования динамики уровня риска применяется модель экспоненциального сглаживания (17) [8]:

$$\hat{R}_t = \alpha * R_t + (1 - \alpha) * \hat{R}_{t-1}, \quad (17)$$

где $\hat{R}_t$ – прогнозируемый уровень риска на момент времени t ;

α – коэффициент сглаживания ($0 < \alpha < 1$);

R_t – фактический уровень риска на момент t ;

$\hat{R}_{t-1}$ – предыдущее прогнозное значение.

Оценка эффективности прогноза по методу средней абсолютной ошибки (MAE) (18) и среднеквадратической ошибки (MSE) (19):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \quad (18)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad (19)$$

где y_t – фактическое значение уровня риска в момент t ;

$\hat{y}_t$ – прогнозное значение.

Чем меньше MAE и MSE, тем точнее прогноз.

Для прогнозирования затрат по кластерам применяется формула (20):

$$C_{\text{прогноз}} = C_0 + k * t, \quad (20)$$

где C_0 – начальная стоимость;

k – прирост затрат;

t – временной фактор (например, дни, недели).

Для оценки времени реакции системы применяется формула Литтла (21) по среднему пребыванию заявки в системе W :

$$W = \frac{L}{\lambda}, \quad (21)$$

где L – среднее число заявок в системе;

λ – интенсивность входящего потока заявок.

Скорректированный уровень риска (22) по потенциальному ущербу D с учетом контекста $P(A|B)$:

$$R_{\text{кор}} = P(A|B) * D, \quad (22)$$

Полученные в МПиАС данные систематизируются как выходные данные для других компонентов БМ (табл. 4) и пополнения ИР (рис. 1).

Таблица 4. Систематизация данных МПиАС для пополнения ИР

Уровень риска потерь	Прогнозируемый уровень риска на момент времени	Оценка эффективно- сти прогноза	Прогнозы затрат	Оценки времени реакции модели	Скорректированный уровень риска
R	$\hat{R}_t$	MAE/MSE	$C_{\text{прогноз}}$	W	$R_{\text{кор}}$
0,85	0,82	0,03/0,0012	125	15	0,78

4. Модель подготовки вариантов рациональных решений для ЛПР (далее – МПВРР) предназначена для ранжирования вариантов решений из МПиАС по нескольким параметрам, их попарного сравнения, рационального выбора и оценки эффективности управленческих решений (на основе обратной связи (рис. 1)), что позволяет своевременно выбрать наиболее рациональное управленческое решение с учетом сложившейся ситуации.

Формула многокритериальной оценки решения позволяет ранжировать варианты управленческих воздействий на основе их суммарного рейтинга. Для j -го варианта решения этот рейтинг рассчитывается по формуле (23):

$$R_j = \sum_{i=1}^m k_i * v_{ij} \quad (23),$$

где k_i – весовой коэффициент i -го критерия, отражающий его относительную значимость при выборе оптимального решения;

v_{ij} – нормализованное значение j -го варианта по i -му критерию.

Метод АНР (Analytic Hierarchy Process) (24) позволяет проводить попарное сравнение вариантов решений на основе экспертных оценок и строить матрицу предпочтений.

$$M = [m * n] \quad (24)$$

где m – количество сравниваемых элементов (критериев или альтернатив);

n – количество признаков или параметров, по которым осуществляется сравнение.

Использование линейного программирования для выявления наиболее выгодного сценария реагирования (25) [8]:

$$\text{minimize } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \text{ при } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (25)$$

c_j – стоимость ресурса j ;
 x_j – количество ресурса j ;
 a_{ij} – потребление ресурса j в процессе i ;
 b_i – доступный объем ресурса i .

Оценка эффективности управленческих решений (26), которая представляет собой относительный показатель эффективности, учитывающий соотношение достигнутого эффекта и затраченных ресурсов [9]:

$$K(c) = \frac{\Delta R}{c} * \alpha - \beta * \frac{c}{c_{\max}}, \quad (26)$$

где α – коэффициент приоритета цели, отражающий значимость конкретного направления деятельности ПИБ МЧС России (например,

противодействие DDoS-атакам, защита персональных данных и т.д.) в рамках общей целевой функции системы. Значение $\alpha \in [0; 1]$ устанавливается на основе анализа угроз и стратегических задач;

B – базовая эффективность подразделения, определяемая как интегральный показатель, включающий суммарную производительность должностных лиц (ДЛ), степень готовности технических средств и уровень автоматизации процессов. Может рассчитываться как взвешенная сумма частных показателей (например, время реакции, количество предотвращенных инцидентов);

β – коэффициент значимости затрат ресурсов;

c – заданные дополнительные затраты на повышение эффективности функционирования ПИБ МЧС России и (или) ДЛ и (или) ЛПР.

Полученные в МПВРР данные систематизируются как выходные данные для модели управления знаниями (табл. 5) и пополнения ИР.

Таблица 5. Систематизация данных МПВРР для пополнения ИР

Ранжированные варианты решений	Сравнение вариантов решений	Наиболее выгодный сценарий реагирования	Оценка эффективности управленческих решений
R_j	M_{ij}	$\min Z$	$K(c)$
0,92	4	138	0,15
0,76	3	140	0,1
0,83	2	142	0,08

5. Модель управления знаниями (далее – МУЗ) предназначена для оценки релевантности события, определения актуальности знаний, выявления уникальных событий, идентификации часто повторяющихся инцидентов, анализа качества прогнозов и сложности событий, а также своевременного обновления базы знаний (БЗ) МУЗ для повышения точности и адаптивности системы в условиях неопределённости.

Для оценки релевантности события $R_{\text{рел}}$ при поиске аналогичных случаев в БЗ применяется формула (27) для объективизации выбора решений:

$$R_{\text{рел}} = \frac{\sum_{i=1}^k w_i * \delta_i}{\sum_{i=1}^k w_i}, \quad (27)$$

где k – количество характеристик события (например: тип события, уровень риска R , время t);

δ_i – функция совпадения для i -го признака (1 – совпадает, 0 – нет).

Для оценки актуальности знания A_k [11] применяется формула (28):

$$A_k = e^{-\beta * t_k} * E_k, \quad (28)$$

где t_k – время с момента добавления знания в базу знаний;

β – коэффициент затухания, определяющий скорость устаревания знания (подбирается эмпирически или на основе анализа жизненного цикла угроз);

E_k – эффективность ранее примененного решения.

Формула (28) обеспечивает отбор релевантных знаний, актуальных для текущей ситуации, и позволяет выявлять устаревшие данные, требующие обновления или исключения из базы знаний.

Для оценки уникальности события U_e [7] применяется формула (29):

$$U_e = 1 - \frac{n_{\text{совп}}}{N_{\text{общ}}}, \quad (29)$$

где $n_{\text{совп}}$ – количество совпадений события с ретроспективной информацией, а $N_{\text{общ}}$ – общее число событий в БЗ.

Таким образом, формула (29) рекомендуется для выявления уникальных событий, которые могут потребовать адаптации БМ.

Индекс повторяемости события I_p рассчитывается по формуле (30) для выявления часто встречающихся событий и предназначен для разработки наиболее рациональных вариантов решений в типовой ситуации. I_p является дополнением к показателю уникальности U_e и позволяет дифференцировать подход к обработке типовых и новых инцидентов:

$$I_p = \frac{n_{\text{совп}}}{N_{\text{общ}}}, \quad (30)$$

Для оценки качества прогнозов применяется формула (31) и, при возможности включения доверенного искусственного интеллекта (ДИИ) в МУЗ, позволяет обучать ДИИ на основе ошибок прогнозирования и корректировки параметров МПиАС:

$$E_{\text{ош}} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |R_{\text{факт}} - R_{\text{прогн}}|, \quad (31)$$

где $E_{\text{ош}}$ – средняя абсолютная ошибка прогноза уровня риска за n циклов принятия и реализации решений;

$R_{\text{факт}}$ – фактический уровень риска после реализации решения;

$R_{\text{прогн}}$ – прогнозный уровень риска, полученный в МПиАС.

Для оценки сложности события для обучения ДИИ C_s [11] применяется формула (32), что позволяет разделять события на разные уровни сложности для обучения ДИИ и повышать качество обучающих выборок:

$$C_s = H(S) + \log(n_{\text{парам}}), \quad (32)$$

где $n_{\text{парам}}$ – количество входных параметров события.

Для постепенного и контролируемого обновления базы знаний $B_{\text{обн}}$ без потери устойчивости модели применяется формула (33), которая интерпретируется как поэлементное взвешенное обновление многомерной базы знаний, аналогичное механизму экспоненциального сглаживания в динамических системах и алгоритмах адаптивного обучения.

$$B_{\text{обн}} = B_{\text{тек}} * (1 - \gamma) + S_{\text{нов}} * \gamma, \quad (33)$$

где $B_{\text{тек}}$ – текущее состояние базы знаний на определенный момент времени;

$S_{\text{нов}}$ – новый фрагмент знаний, полученный на основе результатов реализованного управленческого решения ЛПР;

γ – коэффициент адаптации, определяющий степень влияния новых данных.

Систематизированные выходные данные МУЗ указаны в табл. 6.

Таблица 6. Систематизация данных в модели управления знаниями и в ИР

Оценка релевантности события	Оценка актуальности знания	Оценка уникальности события	Индекс повторяемости события	Средняя абсолютная ошибка прогноза уровня риска	Оценка сложности события для обучения ДИИ
$R_{\text{рел}}$	A_k	U_e	U_p	$E_{\text{ош}}$	C_s
0,85	0,62	0,9	0,1	0,13	4

Таким образом, в БМ (рис. 1) после того, как ЛПР принимает решение, результаты его реализации и все связанные с ним данные сохраняются в БЗ и в ИР ПИБ МЧС России, что в перспективе будет способствовать формированию интеграционных ресурсов развития ПИБ МЧС России.

Заключение

Научная новизна БМ заключается в синтезе и адаптации комплекса математических моделей, охватывающих полный цикл подготовки управленческих решений – от сбора и первичной обработки данных до

формирования, выбора вариантов решений и управления знаниями в условиях неопределённости.

Теоретическая значимость исследования состоит в адаптации, развитии и применении апробированного математического аппарата в новой предметной области – управлении организационными системами ПИБ МЧС России. При этом разработаны схема классификации данных и унифицированные табличные формы для систематизации данных в ИР, охватывающие ключевые этапы ИО принятия управленческих решений в ПИБ МЧС России.

Практическая значимость БМ заключается в возможности существенного сокращения времени принятия управленческих решений в ПИБ МЧС России, а также в применении для

научного обоснования технических заданий на опытно-конструкторские работы и технических решений по разработке (модернизации) АСУ и СППР для ПИБ МЧС России.

Список литературы

1. Билятдинов К. З., Кривчун Е. А., Карпов А. Н. Методы получения данных, идентификации моделей и совершенствования управления организационными системами на основе экспертной информации // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 1. С. 67–77.

2. Варламов О. О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. – М.: Научно-техническое издательство «Радио и связь», 2002. – 286 с.

3. Чурилина В. В., Билятдинов К. З. Комплекс методик и модель процесса получения данных для совершенствования управления организационными системами подразделений информационной безопасности МЧС России // Инженерный вестник Дона. 2025 № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2025/10142. (дата обращения: 02.05.2025).

4. Бутырский Е. Ю., Матвеев А. В. Математическое моделирование систем и процессов. СПб.: Информационный издательский учебно-научный центр «Стратегия будущего», 2022. 733 с.

5. Совершенствование методов построения экстремальных систем управления / Д. В. Болдырев, А. И. Колдаев, А. А. Евдокимов [и др.] // Инженерный вестник Дона. № 10. 2023. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8756. (дата обращения: 02.05.2025).

6. Соколова Е. С. Методы оценки качества учетной информации // Статистика и экономика. 2011. № 2. С. 118–123. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-kachestva-uchetnoy-informatsii> (дата обращения: 02.05.2025).

7. Шелухин О. И., Раковский Д. И. Выбор метрических атрибутов редких аномальных событий компьютерной системы методами интеллектуального анализа данных // Т-Comm. 2021. № 6. С. 40–47. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-metriceskikh-atributov-redkih-anomalnyh-sobytiy-kompyuternoy-sistemy-metodami-intellektualnogo-analiza-dannyh> (дата обращения: 02.05.2025).

8. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988. – 208 с.

9. Новиков Д. А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. – М.: Фонд «Проблемы управления», 1999. 161 с.

10. Bauen A., Hart D., Chase A. Fuel cells for distributed generation in developing countries – An analysis. International Journal of Hydrogen Energy, 2003, Vol. 28, issue 7, pp. 695–701.

11. Блохина С. В., Адамова Л. Е., Варламов О. О. Рекомендации по разработке учебных программ для обучения по безопасности персональных данных // Информация и образование: границы коммуникаций. 2009. № 1 (9). С. 126–129.

12. Mazzocchi F. Knowledge organization system (KOS): an introductory critical account. KO Knowledge Organization, 2018, vol. 45, issue 1, pp. 54–78.

13. Heller M. Rethinking historical methods in organization studies: Organizational source criticism. Organization Studies, 2023, vol. 44, issue 6, pp. 987–1002.

References

1. Bilyatdinov K. Z., Krivchun E. A., Karpov A. N. Metody polucheniya dannyh, identifikatsii modelej i sovershenstvovaniya upravleniya organizatsionnymi sistemami na osnove ekspertnoj informatsii [Methods for obtaining data, identifying models, and improving management of organizational systems based on expert information]. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*, 2024, issue 1, pp. 67–77.

2. Varlamov O. O. *Evolucionnyye bazy dannyh i znaniy dlya adaptivnogo sinteza intellektual'nyh sistem. Mivarnoe informacionnoe prostranstvo* [Evolutionary databases and knowledge for adaptive synthesis of intelligent systems. Mivar information space]. Moscow: Nauchno-tehnicheskoye izdatel'stvo «Radio i svyaz'», 2002. 286 p.

3. Churilina V. V., Bilyatdinov K. Z. Kompleks metodik i model' processa polucheniya dannyh dlya sovershenstvovaniya upravleniya organizatsionnymi sistemami podrazdelenij informatsionnoy bezopasnosti MCHS Rossii [A set of methods and a model of the data acquisition process for improving the management of organizational systems of information security units of the EMERCOM of Russia]. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 2025, issue 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2025/10142. (accessed 02.05.2025)

4. Butyrskiy E. Yu., Matveev A. V. *Matematicheskoye modelirovaniye sistem i processov* [Mathematical modeling of systems and processes]. SPb.: Informatsionnyy izdatel'skiy uchebno-nauchnyy centr «Strategiya budushchego», 2022. 733 p.

5. Sovershenstvovanie metodov postroeniya ekstremal'nyh sistem upravleniya [Improving the methods of building extreme control systems] / D. V. Boldyrev, A. I. Koldaev, A. A. Evdokimov [et al.]. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2023, issue 10. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8756. (accessed 02.05.2025)

6. Sokolova E. S. Metody ocenki kachestva uchetnoj informacii [Methods for assessing the quality of accounting information], *Statistika i ekonomika*, 2011, issue 2, pp. 118–123. URL: cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-kachestva-uchetnoy-informatsii. (accessed 02.05.2025)

7. Sheluhin O. I., Rakovskij D. I. Vybor metriceskikh atributov redkih anomal'nyh sobytij komp'yuternoj sistemy metodami intellektual'nogo analiza dannyh [Selection of metric attributes of rare anomalous computer system events by data mining methods]. *T-Comm*, 2021, issue 6, pp. 40–47. URL: cyberleninka.ru/article/n/vybor-metriceskikh-atributov-redkih-anomalnyh-sobytyi-kompyuternoy-sistemy-metodami-intellektualnogo-analiza-dannyh. (accessed 02.05.2025)

8. Ventcel' E. S. *Issledovanie operacij: zadachi, principy, metodologiya* [Operations

research: tasks, principles, methodology]. Moscow: Nauka, 1988. 208 p.

9. Novikov D. A. *Mekhanizmy funkcionirovaniya mnogourovnevnyh organizacionnyh sistem* [Mechanisms of functioning of multilevel organizational systems]. Moscow: Fond «Problemy upravleniya», 1999. 161 p.

10. Bauen A., Hart D., Chase A. Fuel cells for distributed generation in developing countries – An analysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2003, Vol. 28, issue 7, pp. 695–701.

11. Blohina S. V, Adamova L. E., Varlamov O. O. Rekomendacii po razrabotke uchebnyh programm dlya obucheniya po bezopasnosti personal'nyh dannyh [Recommendations for the development of training programs for personal data security training], *Informaciya i obrazovanie: graniцы kommunikacii*, 2009, vol. 1 (9), pp. 126–129.

12. Mazzocchi F. Knowledge organization system (KOS): an introductory critical account. *KO Knowledge Organization*, 2018, vol. 45, issue 1, pp. 54–78.

13. Heller M. Rethinking historical methods in organization studies: Organizational source criticism. *Organization Studies*, 2023, vol. 44, issue 6, pp. 987–1002.

Чурилина Валерия Валерьевна

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург
адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации

E-mail: v_v_ch97@mail.ru

Churilina Valeriya Valerievna

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Saint Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia»,

Russian Federation, Saint Petersburg

postgraduate student at the faculty of higher education

E-mail: v_v_ch97@mail.ru

Биятдинов Камиль Закирович

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

доктор технических наук, и.о. зав. кафедрой, профессор кафедры «Информатика и информационная безопасность»

E-mail: k74b@mail.ru

Bilyatdinov Kamil Zakirovich

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

Russian Federation, Saint Petersburg

Doctor of Technical Sciences, Acting Head of Department, Professor of the Department of Informatics and Information Security

E-mail: k74b@mail.ru