

В.И. Антюхов, Н.В. Остудин

(Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России; e-mail: ostudin92@mail.ru)

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ МЧС РОССИИ

Разработаны алгоритмы интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС), что позволит автоматизировать интеллектуальную поддержку деятельности этих лиц.

Ключевые слова: алгоритмизация, должностные лица.

V.I. Antyukhov, N.V. Ostudin

ALGORITHMIZATION OF ACTIVITIES OF OFFICIALS OF CONTROL CENTRES IN CRISIS SITUATIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

Algorithms for intellectual support of the activity of officials of control centers in crisis situations have been developed, which will allow to automate intellectual support of these persons' activities.

Key words: algorithmization, officials.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 28 февраля 2017 г.

Анализ существующего положения дел в области интеллектуальной поддержки деятельности органов повседневного управления **Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС)** показал, что такая поддержка практически отсутствует. Не определены принципы построения систем интеллектуальной поддержки, не разработаны методики такой поддержки. Моделирование процессов интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России [7] стимулировало получение исходных данных для алгоритмизации автоматизации этого процесса. Автоматизация позволит сократить время на переход к интеллектуальной поддержке [6] и трудозатраты должностных лиц ЦУКС МЧС России при решении задач по предназначению. Достижение целей интеллектуальной поддержки может быть достигнуто путём разработки трёх алгоритмов (табл. 1).

Применение алгоритмов разработчиками системы интеллектуальной поддержки позволит уяснить сущность предлагаемой поддержки и в конечном итоге перейти к автоматизации рассматриваемого процесса.

**Перечень алгоритмов для автоматизации процессов интеллектуальной поддержки
должностных лиц ЦУКС МЧС России**

№ п/п	Наименование алгоритма	Цель разработки
1	Алгоритм процесса интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России	Выявление проблемных вопросов интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России и способов их решения
2	Алгоритм выбора рациональной модели представления знаний	Автоматизация процесса выбора рациональной модели представления знаний
3	Алгоритм разработки системы интеллектуальной поддержки	Разработка системы интеллектуальной поддержки в целом

Алгоритм процесса интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России позволяет представить формальным образом сущность процесса перехода к интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России. Он отражает основные этапы рассматриваемого процесса: выявление и анализ проблемных вопросов в области интеллектуальной поддержки; анализ информационной потребности должностных лиц; выявление перечня задач интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС; содержание разработки системы интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России и др. (рис. 1).

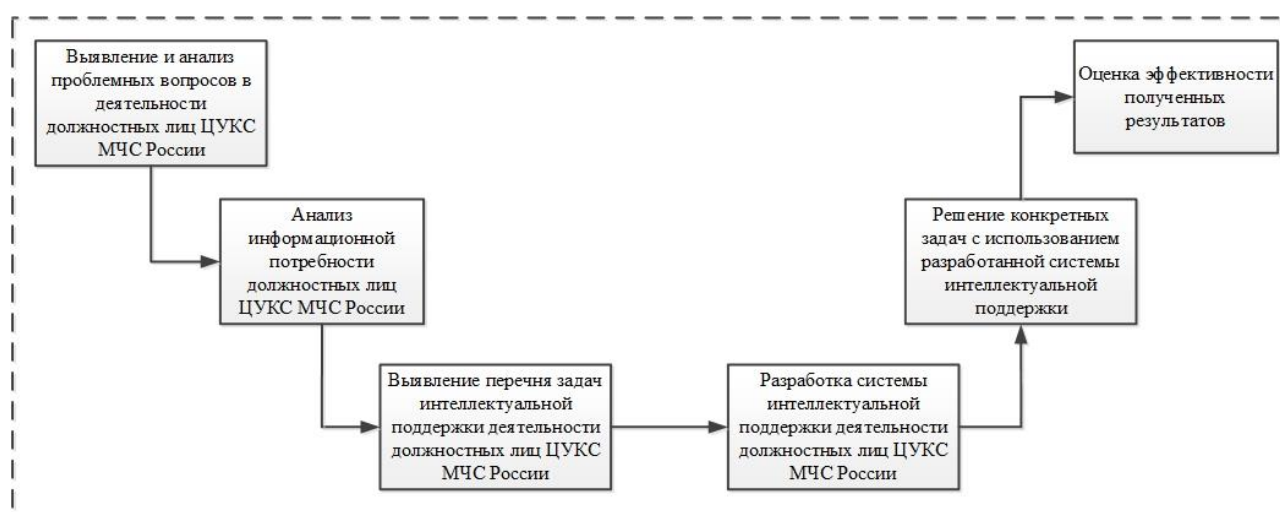


Рис. 1. Этапы перехода к интеллектуальной поддержке

Модели представления знаний необходимы для записи знаний в базу знаний и последующего формирования логического вывода при взаимодействии должностного лица ЦУКС МЧС России с системой интеллектуальной поддержки. Они позволяют накапливать знания с учётом наименования, структуры и сущности задачи, подлежащей решению с использованием методов и средств интеллектуальной поддержки.

В ранних работах авторами были выделены признаки (табл. 2), позволяющие соотнести задачу, решаемую должностным лицом ЦУКС МЧС России, и модель представления знаний, используемую для формирования знаний по решаемой задаче [3]. Сформирован подход к установлению данных моделей и разработан соответствующий алгоритм по правилам, прописанным в ГОСТ [1].

Таблица 2

Классификация признаков для установления рациональной модели представления знаний

Классификационный признак (КП) P_i	Значения признака (частные признаки) (ЧП) P_{ij}
Тип знаний (P_1)	Декларативные знания (P_{11})
	Процедурные знания (P_{12})
Форма представления знаний (P_2)	Количественная (P_{21})
	Качественная (P_{22})
Форма вывода знаний (P_3)	Прямой вывод (P_{31})
	Обратный вывод (P_{32})
Тип взаимосвязи элементов в документе (P_4)	Последовательная (P_{41})
	Параллельная (P_{42})
	Иерархическая (P_{43})
	Централизованная с одним или несколькими центрами (P_{44})
Свойства знаний (P_5)	Внутренняя содержательная интерпретируемость (P_{51})
	Активность (P_{52})
	Связность (P_{53})
Размер знаний (P_6)	Громоздкие знания (P_{61})
	Негромоздкие знания (P_{62})
Непротиворечивость знаний (P_7)	Противоречивые знания (P_{71})
	Непротиворечивые знания (P_{72})
Детализация знаний (P_8)	Глубинные знания (P_{81})
	Поверхностные знания (P_{82})

Алгоритм выбора рациональной модели представления знаний предусматривает свёртку частных признаков и выявление интегрального признака установления рациональной модели представления знаний $L_{S_{nz}}$:

$$L_{S_{nz}} = \sum_{i=1}^N a_i \sum_{j=1}^M k_{ij}, \quad (1)$$

где i – номер классификационного признака;
 j – номер соответствующего значения признака i ;
 N – количество классификационных признаков;

M – количество соответствующих значений признаков;

a_i – вес классификационного признака P_i (уровень его предпочтительности);

k_{ij} – соответствующее классификационному признаку P_i значение частного признака P_{ij} ;

$L_{S_{nz}}$ – интегральный показатель установления рациональной модели представления знаний, который может принимать вид: L_{ln} – для продукционной модели представления знаний, L_{lf} – для фреймовой модели представления знаний, L_{ld} – для логической модели представления знаний, L_{lc} – для модели представления знаний в виде семантических сетей.

В ходе работы получены граничные значения интегрального признака для каждой модели представления знаний (табл. 3).

Таблица 3

Итоговые значения интегрального признака

Модель представления знаний (S_{nz})	Значения интегрального показателя установления рациональной модели представления знаний ($L_{S_{nz}}$)
Продукционная модель (l_n)	0,23566
Фреймовая модель (l_f)	0,12048
Логическая модель (l_d)	0,153965
Модель в виде семантических сетей (l_c)	0,20968

Алгоритм разработки системы интеллектуальной поддержки включает этапы процесса разработки системы интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России. В алгоритме учитываются этапы, связанные с морфологическим анализом разрабатываемой системы [2]. Морфологический анализ даёт возможность представить все варианты организации разрабатываемой системы интеллектуальной поддержки в виде морфологического ящика (табл. 4).

Таблица 4

Варианты организации системы интеллектуальной поддержки в виде морфологического ящика

Элементы подсистем	Характеристики (базисы)	Варианты (примитивы)			
База данных	Тип базы данных по модели данных	Иерархическая	Сетевая		Реляционная
	Тип базы данных по степени распределённости	Централизованная		Распределённая	
База знаний	Форма записи знаний	Предикаты		Кванторы	
	Модель представления знаний	Продукции	Фреймы	Логические модели	Семантические сети
	Оболочка для реализации	Expert Developer Pro	ACQUIRE	AION	Prolog
База фактов и правил	Стратегия управления выводом	Прямой вывод		Обратный вывод	
	Логическое следование	Дедуктивное	Индуктивное	Трансдуктивное	

Алгоритм позволит разработчику системы интеллектуальной поддержки выбрать инструментальные компоненты для разрабатываемой системы. Разработка системы предусматривает взаимодействие разработчика с должностным лицом, задачи которого будут подлежать интеллектуализации.

Все три описываемых алгоритма (табл. 1) представлены в (табл. 5-7).

Исходные данные для алгоритмов были получены в результате моделирования системы интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России [7], разработки методики анализа информационной потребности деятельности должностных лиц [8] и выявления перечня задач интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц.

Таблица 5

**Алгоритм процесса интеллектуальной поддержки деятельности
должностных лиц ЦУКС МЧС России**

<i>Назначение алгоритма: представление всех этапов процесса перехода к интеллектуальной поддержке</i>	
Функции	Задачи
1	2
Формирование исходных данных	Данные о структуре, функциях, специфике работы, режимах функционирования и существующей документации ЦУКС
Анализ деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России	Выбор должностного лица для последующего анализа
	Выявление функций должностного лица
	Выявление задач должностного лица, соответствующих функциям)
	Выявление документов, соответствующих задачам
	Установление свойств, присущих задачам для выявления показателей
	Определение показателей качества для поиска существующих и требуемых значений показателя
	Определение существующих значений показателя качества для сравнения с требуемыми значениями
Выявление и анализ проблемных вопросов	Определение требуемых значений показателя качества для выявления расхождений с существующим значением
	Сравнение существующих и требуемых значений показателей качества для выявления проблемных вопросов $Q_{\text{треб.}} < Q_{\text{фактич.}}$
	Анализ проблемы для прогнозирования возможных сценариев её развития
	Анализ причин возникновения проблемы для определения возможности их устранения
Анализ информационной потребности	Анализ возможных последствий от существования проблемы для анализа рисков
	Построение матричной модели для установление взаимосвязи между задачами и документами
	Установление взаимосвязи задач по документам для выявления повторяющейся информации
	Выявление перечня задач, решаемых автоматически для возможности установления среди них задач интеллектуальной поддержки

1	2
Выявление задач интеллектуальной поддержки	Применение методики выявления перечня задач интеллектуальной поддержки 1) анализ частных целей решения задач 2) оценка предпочтительности решения той или иной задачи средствами интеллектуализации 3) построение матрицы бинарных предпочтений 4) определение цены каждой частной цели $C_{ij} = \sum_{i=1, j=1}^N C_{ij}$ 5) нормировка полученных значений для последующей количественной оценки весов целей $N = \sum_{n=1}^L C_n$ 6) расчёт весов целей для оценки (позволяет провести количественную оценку предпочтительности решения той или иной задачи средствами интеллектуализации) $V_n = \frac{C_n}{N}$
	Фиксация перечня задач интеллектуальной поддержки
Разработка системы интеллектуальной поддержки	Выявление частных целей решения задач
	Разработка системы интеллектуальной поддержки
	Выбор рациональных компонентов для системы сопровождения процессов интеллектуальной поддержки
	Тестирование системы
Решение задачи с использованием разработанной системы	Формирование базы знаний под конкретную задачу
	Решение частных задач с использованием разработанной системы
Оценка эффективности полученных решений	Сравнение $Q_{\text{треб.}} < Q_{\text{фактич.}}$
	Вывод об эффективности решения задачи средствами интеллектуальной поддержки

Таблица 6

Алгоритм выбора рациональной модели представления знаний

Назначение алгоритма: установление рациональной модели представления знаний для задач интеллектуальной поддержки [4]	
Функции	Задачи
1	2
Формирование входных данных	Выявление классификационных признаков (P_i) и их частных значений (P_{ij}) и уровней компетентности экспертов R
Вычисление весов классификационных признаков a_i для вычисления интегрального признака (блок 37)	Вычисление веса признаков P_i
	Вычисление относительных оценок компетентности экспертов $R_{\text{отн.н}} = \frac{R_n}{R_{\Sigma}}$
	Построение матрицы весов целей
	Нахождение весов целей $W_i(P_i) = \sum_{b=1}^4 R_{\text{отн.н}} P_i$
	Определение предпочтительности классификационных признаков
	Фиксация значений весов классификационных признаков a_i

1	2
Вычисление значений частных признаков k_{ij} для вычисления интегрального признака (блок 37)	Вычисление значений частных признаков
	Ранжирование признаков в зависимости от модели представления знаний (проводится в соответствии с методологией ранжирования критериев по их важности методом Перстоуна)
	Нахождение частот ($k \in [0; 4]$) $f_{zy} = \frac{k}{s}$ для вычисления весов частных признаков J_{ij}
	Перебор значений k (количество экспертов, высказавшихся за предпочтительность того или иного признака в сравнении с другим признаком)
	Построение таблицы значения частот
	Переход от частот к шкальным оценкам $f_{zy} = \Phi(X_{zy})$ для вычисления весов частных признаков J_{ij}
	Пересчёт значений $\Phi(X_{zy}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$ ($\Phi(X_{zy})$ – интегральная функция Лапласа) [5]
	Построение таблицы шкальных оценок
	Вычисление весов частных признаков $J_{ij} = \frac{\Phi(\bar{X}_{ij})}{\sum_{i=1, j=1}^{P_s} \Phi(\bar{X}_{ij})}$, где $\bar{X}_{ij} = \frac{1}{n} \sum x_{ij}$ (x_{ij} – частные шкальные оценки по признаку P_{ij})
	Определение предпочтительности частных признаков для конкретных моделей представления знаний
	Установление соответствия между $J_{ij}=k_{ij}$. Фиксация значений частных признаков (k_{ij})
Поиск рациональной модели представления знаний	Вычисление значений интегрального признака $L_{S_{nz}} = \sum_{i=1}^N a_i \sum_{j=1}^M k_{ij}$
	Вычисление пороговых значений для каждой модели представления знаний $L_{ln}, L_{lf}, L_{ll}, L_{lc}$
Формирование выходных данных	Рациональная модель представления знаний S_{nz}

Таблица 7

Алгоритм разработки системы интеллектуальной поддержки

<i>Назначение алгоритма: установление основных этапов процесса разработки системы интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России</i>	
Функции	Задачи
1	2
Формирование исходных данных	Перечень исходных данных для разработки системы интеллектуальной поддержки (структура, основные компоненты и функции системы)
Морфологический анализ разрабатываемой системы	Разработка морфологического ящика для представления всех вариантов организации разрабатываемой системы

1	2
Установление принципов формирования базы данных (по морфологическому ящику)	Выбор правила формирования базы данных
	Выбор применяемой модели данных
	Установление вида содержательного представления данных
	Выбор степени распределённости базы данных
Установление принципов формирования базы знаний (по морфологическому ящику)	Выбор рациональной модели представления знаний S_{nz}
	Установление необходимых компонентов для выявленной модели представления знаний
	1) Для продукционной модели $S_{nz} = I_n$
	Формирование вопросов для экспертной системы $A_1, \dots, A_n$
	Формирование вариантов логического вывода $h_1, \dots, h_k$
	Формирование закономерностей и продукций $R_{1, \dots, m} = \text{IF } (A_1 = 1(0)) \text{ and (or) ...and (or)} (A_n = 1(0))$ THEN $h_1, \dots, h_k$
	2) Для фреймовой модели $S_{nz} = I_\phi$
	Установление слотов $L_1, \dots, L_r$
	Установление классификационных признаков $P_1, \dots, P_i$
	Табличное представление знаний
	3) Для модели знаний в виде семантических сетей $S_{nz} = I_c$
	Выявление объектов
	Установление взаимосвязи между объектами
	Построение ориентированного графа
	4) Для логической модели представления знаний $S_{nz} = I_\lambda$
	Выявление совокупности фактов и утверждений
Принципы формирования базы фактов и правил (по морфологическому ящику)	Выбор принципа формирования базы фактов и правил
	Выбор стратегии управления выводом
	Установление типа логического следования
	Выбор типа представления информации
Установление принципов формализации знаний	Формирование процессно-ориентированной карты знаний
	Разработка функциональной модели
	Выбор методологии функционального моделирования
Установление формы вывода	Звуковая поддержка
	Визуальное отображение
	Печатный документ
Установление принципов функционирования машины логического вывода	Анализ функционирования лексического, синтаксического, семантического и лингвистического процессора для конкретной задачи
Формирование выходных данных	Результатом реализации алгоритма является готовая система интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС, подлежащая внедрению в практическую деятельность

Разработанные алгоритмы имеют достоинства и недостатки. К достоинствам можно отнести то, что они обладают высокой функциональной производительностью и затрагивают всю совокупность подготовительных этапов по интеллектуализации деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России. Основным недостатком этих алгоритмов является их сложность, что может привести к увеличению времени их машинной реализации.

Направлением дальнейших исследований является программная реализация разработанных алгоритмов и оценка эффективности полученных результатов.

Программная реализация алгоритмов позволит лицам, не владеющим основами программирования и инженерии знаний, участвовать в разработке системы интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России.

Литература

1. ГОСТ 19.701-90. ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения.
2. Антюхов В. И. Системный анализ и принятие решений // под ред. В.С. Артамонова. СПб.: СПб. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 398 с.
3. Антюхов В. И., Остудин Н. В. Методика выявления и анализа проблемных вопросов в деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. № 1. 2016. 16 с.
4. Антюхов В. И., Остудин Н. В. Методика выявления перечня задач интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. № 4. 2016. 20 с.
5. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей. М., 1969. 368 с.
6. Остудин Н. В. Интеллектуальная поддержка должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России при решении задач обеспечения безопасности на транспорте // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015: матер. юбилейной междунар. науч.-практ. конф., 2015. С. 227-231.
7. Остудин Н. В. Моделирование процесса интеллектуализации деятельности должностных лиц ЦУКС МЧС России // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. Т. 2. № 1 (4). С. 74-76.
8. Антюхов В. И., Остудин Н. В., Сорока А. В. Методика анализа информационной потребности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 4 (20). С. 18-28.

References

1. GOST 19.701-90. ESPD. Shemy algoritmov, programm, dannyh i sistem. Oboznachenija uslovnye i pravila vypolnenija.
2. Antjuhov V. I. Sistemnyj analiz i prinjatje reshenij (System analysis and decision makin) // pod red. V.S. Artamonova. SPb.: SPb. un-t GPS MChS Rossii, 2009. 398 p.
3. Antjuhov V. I., Ostudin N. V. Metodika vyjavlenija i analiza problemnyh voprosov v dejatel'nosti dolzhnostnyh lic centrov upravlenija v krizisnyh situacijah MChS Rossii (Methods of identification and analysis of problematic issues in the activities of officials of control centres in crisis situations of Emercom of Russia) // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MChS Rossii. No 1. 2016. 16 p.
4. Antjuhov V. I., Ostudin N. V. Metodika vyjavlenija perechnja zadach intellektual'noj podderzhki dejatel'nosti dolzhnostnyh lic CUKS (Methods of identification of the list of tasks of intellectual support of activities of officials of the CMC) // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MChS Rossii. No 4. 2016. 20 p.
5. Ventcel' E.S., Ovcharov L. A. Teorija verojatnostej (Probability theory). M., 1969. 368 p.
6. Ostudin N. V. Intellektual'naja podderzhka dolzhnostnyh lic centrov upravlenija v krizisnyh situacijah MChS Rossii pri reshenii zadach obespechenija bezopasnosti na transporte (Intellectual support of officials of control centres in crisis situations of Emercom of Russia in solving problems of security at the transport) // Transport Rossii: problemy i perspektivy – 2015: mater. jubilejnoj mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 2015. Pp. 227-231.
7. Ostudin N. V. Modelirovanie processa intellektualizacii dejatel'nosti dolzhnostnyh lic CUKS MChS Rossii (Modeling of the process of intellectualization of activities of officials of the CMC Emercom of Russia) // Problemy obespechenija bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij. 2015. T. 2. No 1 (4). Pp. 74-76.
8. Antjuhov V. I., Ostudin N. V., Soroka A. V. Metodika analiza informacionnoj potrebnosti dolzhnostnyh lic centrov upravlenija v krizisnyh situacijah MChS Rossii (Methods of analysis of the information needs of officials of control centres in crisis situations of Emercom of Russia) // Prirodnye i tehnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2016. No 4 (20). Pp. 18-28.