

УДК 614.8+004.8

АЛГОРИТМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

Логинов Валерий Викторович, Терентьев Виталий Викторович, Зубарев Игорь Александрович
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Аннотация. В статье предложен алгоритм работы искусственного интеллекта при информационной поддержке принятия решений в условиях воздействия опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов. Актуальность статьи обусловлена необходимостью интеграции имеющихся информационных систем, используемых для решения вопросов защиты населения и территорий, с алгоритмом, оценивающим способность имеющихся сил выполнить задачи восстановления объектов в максимально короткие сроки. При анализе применения алгоритма искусственного интеллекта были использованы метод линейной оптимизации и вероятностно-статистические методы. Предложен общий алгоритм оценки значимости объектов в системе защитных мероприятий. Также предложено использовать базу данных о ходе ликвидации последствий воздействия негативных факторов для определения времени восстановления объектов на основе коэффициента, характеризующего способность подразделений проводить восстановительные работы. Использование искусственного интеллекта при анализе таких баз данных позволит рассчитать соответствующий коэффициент возможности проведения работ имеющимся подразделением с определением времени проведения. Предложенный подход позволит лицам, принимающим решения на ликвидацию негативных последствий, учитывать как фактор значимости пораженного объекта, так и временной фактор ведения работ по восстановлению. Сделан вывод о возможности использования алгоритма в практической деятельности органов управления.

Ключевые слова: искусственный интеллект, принятие решений, линейная оптимизация, база данных, восстановление функционирования

Для цитирования: Логинов В. В., Терентьев В. В., Зубарев И. А. Алгоритм использования искусственного интеллекта при информационной поддержке принятия решений в условиях ведения гражданской обороны // Техносферная безопасность. 2026. № 3 (52). С. 125–133.

ALGORITHM FOR USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INFORMATION SUPPORT FOR DECISION-MAKING IN CIVIL DEFENSE

Valery V. Loginov, Vitaly V. Terentyev, Igor A. Zubarev
UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg, Russian Federation

Abstract. The article proposes an algorithm for using artificial intelligence to support decision-making in the face of the dangers that arise during or as a result of military conflicts. The relevance of the article is due to the need to integrate existing information systems used to address issues related to the protection of the population and territories with an algorithm that evaluates the ability of available forces to perform the tasks of restoring facilities as quickly as possible. When analyzing the application of the artificial intelligence algorithm, the linear optimization method and probabilistic-statistical methods were used. A general algorithm for assessing the significance of objects in the system of protective measures is proposed. It is also offered to use a database on the progress of eliminating the consequences of negative factors to determine the time required to restore facilities, based on a coefficient that characterizes the ability of units to carry out restoration work. The application of artificial intelligence in the analysis of such databases will allow the calculation of the corresponding coefficient of the possibility of carrying out work by the existing unit, with the determination of the time of carrying out the work. This approach will let decision-makers take into account both the significance of the affected facility and the time factor when carrying out restoration work. The conclusion is made about the possibility of using the algorithm in the practical activities of management bodies.

Keywords: artificial intelligence, decision-making, linear optimization, database, restoration of functionality

For citation: Loginov V. V., Terentyev V. V., Zubarev I. A. Algorithm for using artificial intelligence in information support for decision-making in civil defense // *Technosphere safety*. 2026. No. 3 (52). P. 125–133.

Введение

В современных условиях вопросы эффективного применения сил и средств (СиС) для защиты населения и территорий от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие их, являются актуальными и требуют тщательного рассмотрения. В общем такое применение организуется заблаговременно и отражается в планах ведения гражданской обороны (ГО). Главным отличием чрезвычайных ситуаций (ЧС) при ведении ГО от ЧС, предполагаемых в единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), является их во многом не прогнозируемый и множественный

характер: когда на одной территории могут возникнуть множественные повреждения объектов. Каждый из этих объектов в определенной степени и направлении обеспечивает систему безопасного функционирования объектов территории и проживания на ней населения.

Обычно при оценке последствий поражающих факторов на объекты используют теоретико-вероятностные методы оценки обстановки [1] и на их основе разрабатывают планы применения СиС и соответствующие им алгоритмы принятия решений на ликвидацию последствий. Такой подход полностью оправдывает себя в условиях, когда нет непосредственной угрозы действия опасного фактора, в этом случае при оценке

обстановки присутствует фактор неопределенности, который не позволяет сделать конкретную оценку [2]. В условиях воздействия средств поражения фактор неопределенности снимается почти полностью, руководители ГО или РСЧС могут получить по докладам с мест и результатам объективного контроля, в течение достаточно небольшого периода времени, вполне реальные данные.

Информационная поддержка принятия решений в этом случае должна быть доступной и быстрой, с использованием информационных систем, использующих алгоритмы работы искусственного интеллекта (ИИ).

Работа ИИ должна опираться на математическую модель реальной системы защитных мероприятий, причем свойства этой модели должны описываться доста-

точно простым математическим аппаратом, согласующимся с интуитивной интерпретацией свойств этой модели [3]. В общем случае система мероприятий будет опираться на объекты, различных свойств и параметров, каждый из которых будет иметь назначение и вес (значимость) в системе. Учитывая, что система защиты будет охватывать определенную территорию, объекты системы должны иметь привязку к геоинформационной системе.

Постановка задачи

Систему функционирования защиты населения и территории для последующего построения алгоритма для ее анализа ИИ можно представить как [4]:

$$S = (I, J, N, V, T), \quad (1)$$

где:

I — мероприятия защиты;

J — обеспечение мероприятий защиты;

N — объекты, обеспечивающие функционирование системы;

V — СиС обеспечения работы объектов;

T — время полного восстановления функционирования системы после воздействия поражающих факторов.

Мероприятия защиты $I = \{I_1, I_2, \dots, I_m\}$ соответствуют общим задачам системы защиты населения (РСЧС или ГО), а также плану, разработанному органами управления для данной территории. Например, I_1 — оповещение и информирование населения, I_2 — эвакуация и т. п.

Обеспечение мероприятий защиты $J_m = \{J_{m1}, J_{m2}, \dots, J_{mh}\}$ тесно увязывается с мероприятием защиты и определяет обеспечение (обслуживание) или получение ресурса для проведения мероприятия защиты. Так, для функционирования системы оповещения

и информирования, создаваемой на основе системы связи, необходимы центр управления оповещения, линии связи с оконечными устройствами, электроэнергия для их работы. Важно отметить, что обеспечение разных мероприятий предполагается проводить одними источниками ресурсов (допустим, электроэнергией) и одними обеспечивающими силами (медицинское обеспечение).

Объекты, обеспечивающие функционирование мероприятий $N_{mh} = \{N_{mh1}, N_{mh2}, \dots, N_{mh_w}\}$, имеют привязку к местности в геоинформационной системе, используемой

органами управления для принятия решений. Они четко идентифицируются по признаку обеспечения мероприятия защиты, номера объекта в системе мероприятий w и закреплении ответственности за его функционирование. Один объект в системе может проводить обеспечение мероприятий h различных направлений защиты m или обеспечивать поставку ресурсов и средств. При этом его номер w в системе может быть разным, в зависимости от номера группы обеспечения мероприятий h . Алгоритм работы ИИ должен четко идентифицировать объект, определяя его положение на местности.

T — время полного восстановления функционирования системы после воздействия поражающих факторов. $T = \{T_1, T_2, \dots, T_m\}$ будет складываться из времени, которое необходимо для восстановления способности системы проводить с соответствующей

эффективностью комплекс мероприятий защиты m . При этом время восстановления способности проведения мероприятий будет определяться временем восстановления пораженного объекта t_N .

Время t_N зависит от способности СИС обеспечения работы объектов V выполнить аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР). Эту способность можно охарактеризовать показателем y_N , равному максимальному объему работ, который может быть выполнен отдельным подразделением V в единицу времени (в течение одной смены). $V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\}$ состоят в системе ведения ГО различного уровня, подчиняются соответствующему руководителю, включаются в планы ведения ГО и имеют подготовку для действий по предназначению.

В системе защиты S каждый объект N_{mh_w} должен характеризоваться коэффициентом значимости, определяемым:

$$K_{N_{mh_w}} = k_{\text{нас}} \cdot k_{\text{знач}}, \quad (2)$$

где:

$k_{\text{нас}}$ — коэффициент, учитывающий часть населения территории, обслуживаемого объектом;

$k_{\text{знач}}$ — коэффициент, учитывающий значимость объекта в системе защиты.

Оценку значимости мероприятий защиты в системе функционирования в математической форме представим в виде:

$$F = |K_{mN}|. \quad (3)$$

Условная эффективность мероприятия защиты m :

$$F_m = \sum_1^n K_{N_{mh_w}}. \quad (4)$$

Алгоритм решения

При ведении ГО из функционирования системы может быть исключены (поражены) несколько объектов и может сложиться ситуация неопределенности

эффективного использования СИС для восстановления функционирования. В этом случае для принятия решения на их использование необходимы будут анализ ситуации и предложения по использованию СИС [5]. Систему ИИ в этом случае

можно использовать для информационной поддержки принимаемого решения по следующему алгоритму:

$$X = |c_{IN}|. \quad (5)$$

где c — показатель состояния объекта, принимающий значение «1» при его рабочем состоянии и «0» — при противоположном таковому;

$$F_{m\text{пор}} = |K_{mN}| \cdot |c_{IN}|. \quad (6)$$

По значениям K_{Nmh_w} пораженных объектов в системе защиты следует подобрать соот-

— после докладов об обстановке в зоне поражения составляется матрица пораженных объектов:

— проводя умножение матриц (3) и (5), можно определить показатели эффективности мероприятий защиты m в условиях поражения объектов, их обеспечивающих:

ветствующие значения c , при которых эффективности F_m будут наибольшими:

$$F_{\text{вост}} = \max \{f(K_{Nmh_w}; c)\}. \quad (7)$$

При выборе варианта принятия решения необходим будет в том числе учет возможностей СиС, имеющих в распоряжении, по ведению АСДНР. Выше было сказано, что возможности можно охарактеризовать показателем u_m . Вычисление этого показателя в алгоритме работы ИИ предлагается определять вероятностно-статистическим методом, используя обновляемую базу данных, содержащую формализованные отчетные сведения о действиях типовых формирований при ведении АСДНР. Формализованный отчет, в дальнейшем анализируемый ИИ, должен содержать следующие сведения:

— наименование и назначение объекта, его основные размеры, параметры поставляемых ресурсов или описание ценности функционирования;

— степень разрушения объекта, объем строительного мусора, подлежащего расчистке;

— степень повреждения оборудования, обслуживающих коммуникаций, поражения персонала объекта;

— состав аварийно-ремонтных подразделений, привлекаемых к ведению восста-

новительных работ, их численность, техническое оснащение и уровень подготовки;

— время ведения восстановительных работ по вводу в действие поврежденного оборудования и обслуживающих коммуникаций;

— время доставки требуемого оборудования и материалов, условия и маршрут доставки;

— объем работ, выполненных типовыми звеньями подразделений за одну смену, их техническое оснащение;

— условия ведения работ, прежде всего погодные;

— привлечение обеспечивающих восстановительные работы подразделений, их состав, распределенные функции, средства обеспечения.

Общая методика анализа конкретной ситуации заключается в сопоставимости параметров разрушений объекта параметрам разрушений аналогичных (или примерно аналогичных) объектов, содержащихся в структурированной базе данных. На основе анализа можно будет с рассчитанной вероятностью провести моделирование

сложившейся обстановки для принятия адекватного ей решения.

Важной частью предлагаемой методики является связывание объектов системы защиты N_{mh_w} в едином информационном пространстве [6]. Учитывая их территориальное размещение на местности, такое связывание выполняется в геоинформационных системах как отображение слоя, включающего объекты,

задействованные в мероприятиях защиты I_m .

При этом система анализа получает возможность оценивать расстояния по проложенным маршрутам (дорогам) между объектами и расстояния воздействия опасных факторов.

Предполагаемые действия при оценке ситуации, фактически ответы ИИ, как пункты, предлагаемые в решение на ликвидацию последствий, приведены в таблице.

Таблица
Предлагаемая информация в решение на ликвидацию последствий
воздействия опасных факторов

Table
Proposed information in the decision to eliminate the consequences
of exposure to hazardous factors

Показатель воздействия Impact indicator	Величина Value	Предлагаемая информация и предложения в решение Suggested information and suggestions in the solution
Количество пострадавших по категориям Number of victims by category	Человек Person	Количество бригад скорой медицинской помощи для их доставки в лечебные учреждения. Их наличие на данный момент. Расположение нештатных формирований гражданской обороны (НФГО), имеющих средства медицинской защиты. Расположение ближайших пунктов временного размещения (ПВР), их вместимость и готовность к приему. Расположение объекта, предоставляющего автотранспорт для обеспечения перевозки, время его прибытия. Определение мест оказания первой помощи. Определение мест посадки на автотранспорт, направляемый в ПВР The number of ambulance crews for transporting patients to medical facilities. Their availability at the moment. Location of non-staffed civil defense units (hereinafter referred to as NSBU) that have medical protection equipment. Location of the nearest temporary accommodation facilities (TAF), their capacity, and readiness for reception. Location of the facility providing transport for transportation, and the time of its arrival. Identification of first aid sites. Determining the locations of vehicles to be sent to the TAF
Объем разрушений (завалов) Volume of destruction (blockages)	Кубические метры Cubic meters	Подразделение $V_m = \{Q_{\text{тех}}; Q_{\text{люди}}\}$, способное выполнить задачу, т. е. имеющее в своем составе соответствующую технику и подготовленных операторов и рабочих. Примерное время выполнения работ на основе показателя y_N: $t_{\text{раб}} = \frac{\text{Объем}_{\text{разр}}}{\text{Объем}_{\text{разр}}}$ A $V_m = \{Q_{\text{тех}}; Q_{\text{люди}}\}$ unit capable of performing the task, i. e., having the appropriate equipment and trained operators and workers. Estimated completion time based on the indicator y_N: $t_{\text{раб}} = \frac{\text{Объем}_{\text{разр}}}{\text{Объем}_{\text{разр}}}$

Окончание таблицы

Показатель воздействия Impact indicator	Величина Value	Предлагаемая информация и предложения в решение Suggested information and suggestions in the solution
Поврежденное оборудование Damaged equipment	Единица оборудования Unit of equipment	Ближайший склад с требуемым оборудованием. Время доставки оборудования. Примерное время выполнения работ на основе показателя y_N The nearest warehouse with the required equipment. Equipment delivery time. Estimated completion time based on the indicator y_N
Обеспечение выполнения работ Damaged equipment	Мероприятие Event	Основывается на системе обеспечения мероприятий защиты $J_m = \{Jm_1, Jm_2, \dots, Jm_h\}$; в том числе оборудование места расположения СиС, обеспечение топливом техники, питание членов НФГО и др. It is based on a system of providing protection measures $J_m = \{Jm_1, Jm_2, \dots, Jm_h\}$. This includes equipping the location of the forces and resources, providing fuel for the equipment, feeding the members of the NSBU, and more

Выводы

В настоящее время органы управления РСЧС и ГО имеют доступ к информационным системам, позволяющим проводить прогнозирование возможной обстановки и ее оценку при воздействии неблагоприятных факторов. При этом данные системы не в полной мере связываются с планами применения СиС по назначению, их базы данных не имеют адаптации к оценке возможностей сил, предназначенных для ликвидации ЧС и минимизации воздействия последствий опасных факторов. Вместе с тем в системе РСЧС в последнее время имеется многочисленный опыт ликвидации последствий инцидентов, причины которых — применение современных средств поражения. Есть

объективные предпосылки формирования базы данных ликвидации их последствий, с анализом действий подразделений и формирований, привлекаемых для ликвидации. Приведенный выше алгоритм работы ИИ можно также отработать при проведении совместных учений и тренировок органов управления и СиС различных объектов.

Внедрение алгоритмов анализа баз данных для оценки возможностей, имеющихся СиС ликвидации последствий, в сравнении с применявшимися в аналогичных ситуациях позволит максимально адекватно оценивать время восстановления системы защиты и иметь потребность для информационной поддержки принятия решения при восстановлении функционирования пораженных объектов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Богданова Е. М., Матвеев А. В. Классификация методов прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2018. № 4. С. 61–70. DOI: <https://doi.org/10.37468/2307-1400-2018-4-61-70>.
2. Обоснование оптимального варианта принятия решений при управлении силами и средствами, действующих в условиях неопределенности / А. Б. Власов [и др.] // Современные

проблемы науки и образования. 2015. № 2-1. URL: <https://clck.ru/kXUxS> (дата обращения: 03.08.2026).

3. Месарович Д., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. М., 1978. 312 с.
4. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М., 2010. 192 с.
5. Березин Е. А. Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. М., 1974. 304 с.
6. Гилек С. А., Ничепорчук В. В. Связывание наборов данных в задачах информационной поддержки управления лесопожарными рисками // Проблемы анализа риска. 2022. Т. 19, № 5. С. 28–39. DOI: 10.32686/1812-5220-2022-19-5-28-39. EDN: RGXTAZ.

REFERENCES

1. Bogdanova E. M., Matveyev A. V. Classification of Methods for Forecasting Emergency Situations // National Security and Strategic Planning. 2018. No. 4. P. 61–70. DOI: <https://doi.org/10.37468/2307-1400-2018-4-61-70>.
2. Justification of the optimal decision-making option in the management of forces and means operating under conditions of uncertainty / A. B. Vlasov [et al.] // Modern problems of science and education. 2015. No. 2-1. URL: <https://clck.ru/kXUxS> (accessed 03.08.2026).
3. Mesarovic D., Takahara Y. General Theory of Systems: Mathematical Foundations. Moscow, 1978. 312 p.
4. Ventzel E. S. Operations Research. Tasks, Principles, and Methodology. Moscow, 2010. 192 p.
5. Berezin E. A. Optimal Resource Allocation and Elements of System Synthesis. Moscow, 1974. 304 p.
6. Gilok S. A., Nicheporchuk V. V. Linking Data Sets in Information Support Tasks for Forest Fire Risk Management // Risk Analysis Issues. 2022. Vol. 19. No. 5. P. 28–39. DOI: 10.32686/1812-5220-2022-19-5-28-39. EDN: RGXTAZ.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Логинов Валерий Викторович, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры безопасности в чрезвычайных ситуациях Уральского института ГПС МЧС России (620062, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22); РИНЦ ID: 1103066; SPIN-код: 4225-9686; e-mail: bazalt@mail.ru

Терентьев Виталий Викторович, канд. с.-х. наук, доцент, начальник кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России (620062, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22); РИНЦ ID: 449847; SPIN-код: 7500-1113; e-mail: Terentevv@rambler.ru

Зубарев Игорь Александрович, канд. пед. наук, доцент, начальник УНК пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ Уральского института ГПС МЧС России (620062, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22); РИНЦ ID: 836075; SPIN-код: 9480-9462; e-mail: zubrigal@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Valery V. Loginov, Cand. Sci (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Emergency Safety, UISFS of EMERCOM of Russia (22 Mira St., Ekaterinburg, 620062, Russian Federation); ID RSCI: 1103066; SPIN-code: 4225-9686; e-mail: bazalt@mail.ru

Vitaly V. Terentyev, Cand. Sci. (Agric.), Associate Professor, Head of the Department of Fire, Emergency Rescue Equipment, and Specialized Technical Equipment, UISFS of EMERCOM of Russia (22 Mira St., Ekaterinburg, 620062, Russian Federation); ID RSCI: 449847; SPIN-code: 7500-1113; e-mail: Terentevv@rambler.ru

Igor A. Zubarev, Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor, Head of the Educational and Scientific Complex for Firefighting and Emergency Rescue Operations, UISFS of EMERCOM of Russia (22 Mira St., Ekaterinburg, 620062, Russian Federation); ID RSCI: 836075; SPIN-code: 9480-9462; e-mail: zubrigal@mail.ru