

УДК 004.89:614.841.4

*В. М. Кришталь, Д. С. Федоренко, канд. іст. наук, В. Є. Снитюк,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України*

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКТІВ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розглянуто аспекти реалізації чотирьох наукових парадигм: системного підходу, системного аналізу, системного проектування та системної моделі у процесі розв'язання задачі визначення оптимального комплексу аварійно-рятувального обладнання. Системна модель є об'єднувальною ланкою номенклатури аварійно-рятувальних засобів, фінансових ресурсів, адміністративних та організаційно-технічних заходів. Визначено рівні реалізації системного підходу до задачі комплектування аварійно-рятувальної техніки і розглянуто систему функцій, які виконує елемент обладнання аварійно-рятувальної техніки. Необхідність оптимізації комплектів аварійно-рятувального обладнання полягає у встановленні найточнішого результату за певних ресурсних обмежень, одним із способів реалізації якого є використання підходу із застосуванням сукупності методів. Встановлено чотири критерії оцінювання комплексу аварійно-рятувальної техніки: ціна, функціональність, потужність та надійність, що можуть бути застосовані і для окремого елемента обладнання. У процесі системного проектування необхідно враховувати системні ресурси: фінансові ресурси, спеціальні автомобілі (носії аварійно-рятувального обладнання). Сформульовано системні властивості комплексу аварійно-рятувальної техніки: відкритість, масштабованість, системність, інтегральність тощо. Доведено необхідність виконання вимоги про програмовану експлуатацію комплексу аварійно-рятувальної техніки, що передбачає ефективну роботу протягом певного часу і можливість заміни використаних елементів на нові та перспективніші в майбутньому. Одержані результати становлять науковий базис визначення такого комплексу та його супровід впродовж усіх етапів життєвого циклу.

Ключові слова: *системний підхід, системний аналіз, системна модель, багатокритеріальність, комплектування аварійно-рятувальної техніки, оптимізація, аварійно-рятувальне обладнання, функціональність та ефективність елемента обладнання.*

Вступ. Однією із основних причин збільшення кількості та типів техногенних і екологічних катастроф та аварій є стрімка динаміка сучасного світу. Постійні загрози людству мотивують до формування та розвитку безпечного середовища проживання людини. Існування низки проблем, пов'язаних із забезпеченням та комплектуванням підрозділів служби з надзвичайних ситуацій технічними засобами, спричинений певним універсалізмом функцій. Оскільки носієм таких засобів є пожежний або спеціальний автомобіль, гостро стоїть питання щодо забезпечення універсальності аварійно-рятувальної техніки (АРТ), враховуючи обмеженість цього автомобіля. Закономірно виникає необхідність розв'язувати задачу

оптимального комплектування АРТ, до якої буде застосовано системний підхід.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми. Задача комплектування аварійно-рятувальної техніки розглядається з системних позицій, складниками яких є системний підхід та системний аналіз. Відомо, що системний підхід – це науково-практична методологія розв'язання складних проблем, визначальними аспектами якої є систематизація, формалізація та цілеорієнтація. Системний аналіз – це науково-практична методологія, дослідження складних систем, яка складається з таких етапів як формулювання цілі системи, встановлення її елементної бази, визначення структурних особливостей,

формування множини внутрішніх параметрів системи та множини зовнішніх функцій визначення стану системи та показників її ефективності, ідентифікація критерію ефективності системи [1, 3, 4, 5, 9]. Відповідно процес комплектування будемо досліджувати як дуальний системному проектуванню – процесу одержання проекту системи в базисі системних властивостей, системних ресурсів та структур життєвого циклу.

Ціль та задачі дослідження. Метою дослідження є проаналізувати процес формування комплектів аварійно-рятувального обладнання з точки зору системного підходу.

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі задачі:

1. Проаналізувати системну модель комплектування аварійно-рятувальної техніки і визначити всі її компоненти.

2. Визначити етапи системного аналізу процесу формування комплектів аварійно-рятувального обладнання.

Сутність системної моделі комплектування аварійно-рятувального обладнання. В основу дослідження покладемо системну модель (СМ), яку зобразимо у вигляді кортежу елементів із відповідними відображеннями. Всі чотири системні складові подамо конструктивно.

Передусім зазначимо, що навколишнє середовище Ω містить три компоненти по відношенню до нашої задачі

$$\Omega = \langle P, AS, NS \rangle, \quad (1)$$

де P – людська популяція, AS – штучні системи (створені людиною), NS – природні системи. Процеси існування та функціонування зазначених компонентів не завжди є незалежними, у багатьох випадках вони перетинаються [6]. Під час пожеж, аварій, катастроф, нещасних випадків тощо потерпають люди, завдається шкода штучним і природним системам у різних кількостях та пропорціях. Зокрема, при хімічних аваріях вражаються природні системи і люди, при пожежах – люди і штучні системи, при нещасних випадках – люди, при аваріях іншої природи можливі й

інші варіанти. Зауважимо, що в усіх вказаних випадках бувають винятки. Важливим є те, що їх наслідки є негативними для людини прямо чи опосередковано.

Розглянемо деяку область $\Xi \subset \Omega$, яка визначає територіально визначену адміністративну одиницю, найчастіше, область чи місто. Побудуємо в області Ξ СМ процесу комплектування АРТ. Відомо, що СМ є кортежем

$$SM = \langle G, M, T, A \rangle, \quad (2)$$

із відображеннями:

$$H_1: G \rightarrow M, H_2: M \rightarrow T, H_3: T \rightarrow A, \quad (3)$$

де G, M, T, A – множини цілей, моделей, методів, засобів відповідно.

Зважаючи на те, що ціль є бажаним результатом, а в нашому випадку це рятування людей (G_{11}), зменшення матеріальних витрат (G_{12}), запобігання катастрофам техногенного та екологічного характеру (G_{13}), тобто

$$G = \langle G_0, G_{11}, G_{12}, G_{13}, \dots, G_{1n}, G_{11}^1, \dots \rangle, \quad (4)$$

де G_0 – головна ціль, що полягає у зведенні до мінімуму негативних наслідків аварій, катастроф, пожеж тощо, G_{ij}, G_{ijk}, \dots – підцілі головної цілі, що становлять ієрархічну графоподібну структуру. Досягнення принаймні однієї цілі із G або сукупності цілей, або усіх цілей G як елементарних структур «І-Або» графа цілком залежить від розв'язання низки задач

$$V = \langle V_1, V_2, \dots, V_m, V_{11}, \dots \rangle, \quad (5)$$

де V_i, V_{ij} – вербальні формулювання задач. Як відомо, розв'язанню підлягають задачі, що мають формалізовану постановку, тобто необхідно побудувати відображення множини $V \rightarrow M$. На макрорівні множина M містить такі компоненти: F_1 – ціна комплекту

обладнання, F_2 – його функціональність, F_3 – потужність, F_4 – надійність. Відповідно формуємо такі задачі:

$$F_1 \rightarrow \min, F_2 \rightarrow \max, F_3 \rightarrow \max, F_4 \rightarrow \max, \quad (6)$$

при умові обмежень на габаритні розміри обладнання. До задач і моделей нижчих рівнів ієрархії належать ідентифікація як структурна, так і параметрична. Її особливості розглянуті в [2]. Задачі, як і відповідні моделі, теж мають ієрархічну графоподібну структуру.

Для отримання корисних даних, інформації, необхідно розв'язати задачі із множини V . Оскільки задачам відповідають певні моделі із не порожньої множини (банку), для їх обробки потрібно застосовувати методи (W), що також називають способами розв'язання задач. Відомо, що певний клас моделей і задач може бути розв'язаний з використанням класу методів. Таким чином, існує відображення:

$$Q: M \rightarrow W, \quad (7)$$

що не є взаємно однозначним і породжує необхідність оптимізації, що полягає у встановленні найточнішого результату за певних ресурсних обмежень, тобто виборі найкращого методу. Одним із способів його реалізації є використання підходу із застосуванням сукупності методів.

Оскільки розв'язання зазначених вище задач (6) потребує значних обчислювальних затрат, важливим є етап відображення множини методів (T) на множину алгоритмів (U) як формальних конструкцій для практичної комп'ютерної реалізації. Подібно до того, як методи допускають свою параметричну оптимізацію, так і алгоритм, що відповідає одному методу, може бути побудований великою кількістю способів. Якщо сукупність параметричних варіантів одного методу є N , то потужність множини відповідних алгоритмів M , причому $M \gg N$.

Сталою лишається проблема реалізації алгоритму. Для задачі комплектування АРТ, не зважаючи на рівень розвитку техніки та обчислювальних технологій, ця проблема актуальна у зв'язку з комбінаторною складністю. Таким чином, вибір інструментальних засобів (Z) є важливим етапом її вирішення і реалізується через відображення $U \rightarrow Z$.

Отже, визначені усі компоненти системної моделі. На макрорівні її побудова полягає в реалізації сукупності відображень

$$G \rightarrow V \rightarrow M \rightarrow T \rightarrow U \rightarrow Z \dots \rightarrow M \rightarrow T \dots \quad (8)$$

Не є винятком ситуація, коли ефективність інструментальних засобів не дозволяє отримати розв'язання задачі за вихідних даних або ресурсів, що існують, або вимог до процесу розв'язання. Системна модель (2) і (3) дає можливість системного бачення особливостей розв'язання задачі комплектування АРТ. Вона є об'єднувальною ланкою номенклатури аварійно-рятувальних засобів, фінансових ресурсів, адміністративних та організаційно-технічних заходів.

Рівні реалізації системного підходу до задачі комплектування аварійно-рятувальної техніки. Необхідність розв'язання задачі комплектування АРТ зумовлює проведення систематизованого дослідження її ретроспективних особливостей. Зокрема, за ключовими словосполученнями «Аварійно-рятувальна техніка» та «Комплектування аварійно-рятувальної техніки» Google пропонує близько 105000 посилань українською мовою та близько 455000 посилань російською. Аналіз посилань за поданим змістом вказує на дослідження теми комплектування АРТ в Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України. Інші посилання містять різні зразки АРТ, номенклатура яких є широкою, у зв'язку з чим існує задача формування комплекту АРТ. Оскільки таку задачу, окрім фахівців із зазначеного вище Інституту, як свідчить Google, ніхто не розв'язував, то ми звернули увагу на задачі, які є релевантними за певними аспектами

нашій задачі. Зокрема, на запит «Задача упаковки» одержано 789000 посилань. Видів такої задачі є кілька десятків: лінійна упаковка, двомірна упаковка, упаковка за вагою, вартістю тощо. Визначено, що особливістю таких задач є однокритеріальність [8]. Аналіз і систематизація технологій розв'язання задачі комплектування АРТ та подібних свідчить про недослідженість відповідної проблеми або про неврахування її багатокритеріальності. Такий висновок дозволяє виконати формалізацію задачі

$$\langle N, ID, Name, TS1, TS2, \dots, TSn_N, f_1, f_2, \dots, f_{n_N}, s1, s2, s3, Pr \rangle, \quad (9)$$

де N – порядковий номер запису в таблиці бази даних, ID – ідентифікатор або скорочена назва елемента обладнання, $Name$ – повна назва обладнання, $TS1 - TSn_N$ – технічні характеристики обладнання, $f_1 - f_{n_N}$ – функції, які виконує обладнання, $s1, s2, s3$ – його габаритні розміри, Pr – ціна. Відомості з формули (9) є вихідними для розв'язання завдання (6). Знання технічних характеристик та функціональних особливостей елементів обладнання потрібне також для врахування структурних особливостей при формуванні оптимального комплекту техніки. Зокрема, якщо для двох елементів обладнання i -го та j -го $f_k^i = f_k^j \forall k \in \overline{1, n}$, то до комплекту обладнання включимо той елемент, значення технічних характеристик якого є не гіршими, а хоча б одна є кращою, тобто

$$\forall k \ TSk^i \geq TSk^j \ i \ \exists l: TSl^i > TSl^j. \quad (10)$$

Зауважимо, що можливі й інші ситуації:

– якщо кількість функцій i -го елемента є більшою ніж у j -го, то при всіх інших рівних умовах обираємо j -й елемент [9, 10];

– якщо кількість функцій i -го елемента є більшою ніж у j -го, але значення хоча б однієї технічної характеристики є кращим при негірших

комплектування АРТ [7]. Будуючи моделі, необхідно враховувати цільове призначення як кожного окремого елемента АРТ, так і їх комплекту.

Етапи системного аналізу процесу комплектування АРТ. Формування цілі системи є вихідним етапом системного аналізу, у нашому випадку така ціль функціонування комплекту АРТ визначена вище як сукупність бажаних результатів. На наступному етапі здійснюємо визначення та впорядкування елементної бази, формуючі кортежі таблиці бази даних

значення усіх інших, то вибір елемента здійснюється або з використанням технологій зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної або до формування колективної системи переваг із використанням системного аналізу;

Визначальним аспектом вибору є різноаспектність елементів обладнання, тобто, в ідеальному випадку не повинно існувати в одному комплекті двох елементів i -го та j -го тому, що

$$\exists k \in \overline{1, l}: f_k^i = f_k^j. \quad (11)$$

Водночас, бажаною є ситуація, коли $\cup f_i = \Phi$, де Φ – простір усіх можливих функцій, які має виконувати комплект АРТ. Вказані особливості будуть вирішальними при формуванні структури потенційного оптимального комплекту АРТ. Зауважимо, що значення ціни комплекту АРТ залишається визначальним.

Таким чином, початкова задача може бути зведеною до знаходження такого комплекту АРТ, що

$$|\cup f_i| \rightarrow \max \vee |\Phi \setminus \cup f_i| \rightarrow \min, \quad (12)$$

де $|\Theta|$ – потужність множини (кількість елементів) Θ , \min чи \max знаходять по можливих комплектах обладнання з урахуванням обмежень на їх габаритні розміри. Задача може бути

уточнена з урахуванням значень технічних характеристик

$$(|\cup f_i| \rightarrow \max \ \& \ \sum_k TSk \rightarrow \max) \vee (|\Phi \setminus \cup f_i| \rightarrow \min \ \& \ \sum_k TSk \rightarrow \max), \quad (13)$$

або, що те ж саме.

Детальніше розглянемо систему функцій, які виконує елемент обладнання АРТ. Припустимо, що f_k^j є головною функцією у множині всіх можливих функцій $\{f_1^j, f_2^j, \dots, f_k^j, \dots, f_n^j\}$ J -го елемента комплекту обладнання. Крім виконання головної функції J -й елемент може виконувати низку допоміжних функцій, тому впорядкуємо множину функцій таким чином:

$$\{f_0^j, f_1^j, \dots, f_g^j, f_{g+1}^j, \dots, f_{n-1}^j\}, \quad (14)$$

де f_0^j – головна функція обладнання, f_i^j – побічні функції, $i = \overline{1, g}$, f_i^j – функції, які J -й елемент АРТ не виконує, $i = \overline{g+1, n-1}$. Для визначення ефективності J -го елемента АРТ візьмемо показники ефективності виконання J -м елементом своїх функцій $\{y_0(f_0^j), y_1(f_1^j), \dots, y_g(f_g^j)\}$. Інтегральна оцінка ефективності є кількісною характеристикою показників ефективності,

$$E^j = E^j(y_0(f_0^j), y_1(f_1^j), \dots, y_g(f_g^j)) \quad (15)$$

i може бути ідентифікованою із застосуванням експертних висновків аналітично. Наприклад, як адитивна згортка,

$$E^j = \sum_{i=0}^g \beta_i \cdot y_i(f_i^j), \quad \forall j = \overline{1, m}, \quad (16)$$

де m – кількість елементів АРТ, β_i – ваговий коефіцієнт i -го показника ефективності. Зауважимо, що раніше встановлені чотири критерії оцінювання комплекту АРТ: ціна, функціональність, потужність та надійність. Аналогічні критерії можуть розглядатись і для окремого елемента обладнання. Очевидно також, що існує

залежність між функціональністю (F_2) та ефективністю елемента обладнання, тобто

$$F_2(e^j) = Q(E^j), \quad (17)$$

де e^j – елемент обладнання. Ідентифікація Q потребує додаткових досліджень. Зауважимо, що F_1, F_3, F_4 у випадку елемента обладнання є відомими. Ціну вказує постачальник або виробник, надійність відома за статистичними даними, потужність – паспортна характеристика елемента обладнання.

У процесі визначення функціональності елемента обладнання раціонально враховувати актуальність усіх його функцій. Що частіше виникала надзвичайна ситуація, де було необхідно реалізувати певну функцію, то більш функціональним є обладнання з такою функцією. Така актуалізація приводить до побудови залежності, що визначає функціональність елемента АРТ

$$F_2(e^j) = Q(E^j) = Q(\sum_{j=0}^g \beta_i \cdot y_i(f_i^j)), \quad \forall j = \overline{1, m},$$

де $\beta_i = \gamma_i \cdot \delta_i$, причому γ_i – ваговий коефіцієнт i -ї функції, що визначається виробником обладнання, δ_i – ваговий коефіцієнт, який вказує на актуальність реалізації i -ї функції, $i = \overline{0, g}$. Загальний критерій ефективності комплекту АРТ формується з урахуванням вищенаведених особливостей.

У процесі розв'язання задачі комплектування АРТ, залишається врахувати характеристики, які супроводжують процес системного проектування. До системних ресурсів у цьому випадку можемо зарахувати фінансові ресурси, а також носія аварійно-рятувального обладнання – спеціальні автомобілі. Системні властивості комплекту АРТ передбачають: відкритість – здатність до включення в комплект нових елементів

або їх виключення, масштабованість – можливість використання комплексу АРТ на автомобілях різних типів, системність – здатність до виконання найширшої множини функцій, інтегральність – властивість спільної роботи різнотипних елементів обладнання під час виконання однієї задачі тощо. На завершення потрібно відзначити необхідність виконання вимоги про програмовану експлуатацію пропонованого комплексу АРТ, яка передбачатиме не лише ефективну його роботу на певному проміжку часу, але і в майбутньому, що можливо буде пов'язано із необхідністю заміни використовуваних елементів на нові та перспективніші.

Висновки. Таким чином, можемо зробити висновок, що системність у вирішенні будь-якої задачі є необхідною умовою одержання ефективного її розв'язку та оптимізації усіх етапів його життєвого циклу. Встановлено, що у випадку, коли кількість функцій одного елемента є більшою, ніж у другого, але значення хоча б однієї технічної характеристики є кращим при негірших значеннях усіх інших, то вибір елемента відбувається з використанням

технологій зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної або до формування колективної системи переваг із використанням системного аналізу. Головним критерієм вибору є різноаспектність елементів аварійно-рятувального обладнання. Доведено, що актуалізація усіх функцій одного елемента визначає функціональність обладнання в цілому.

Наведені в статті системні особливості задачі комплектування АРТ дозволяють отримати оптимальні варіанти комплектування АРТ, що, у свою чергу, буде спрямовано на підвищення ефективності процесів рятування людей, мінімізацію матеріальних збитків, наслідків природних та техногенних катастроф.

У перспективі потрібно звернути увагу на технології формування інтегральної цільової функції, методів формування результату групового вибору за індивідуальними перевагами, оскільки такі задачі є параметричними та значною мірою суб'єктивізованими.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Dakin, R. J. A tree-search algorithm for mixed integer programming problems / R. J. Dakin // The Computer Journal. – 1965. – Vol. 8. – P. 250-255.
2. Dorigo, M. Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents / Dorigo M., Maniezzo V., Colomi A. // IEEE Trans. Syst., Man. and Cybern. – 1996. – Vol. 26, № 2. – P. 29–41.
3. Eddy, S. R. What is dynamic programming? / S. R. Eddy // – Nature Biotechnology. – 2004. – Vol. 22. – P. 909-910.
4. Holland, J. H. Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control and artificial intelligence / J. H. Holland. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
5. Pisinger, D. Algorithms for Knapsack Problems / D. Pisinger. – Copenhagen, Denmark: University of Copenhagen. – 1995. – 199 p.
6. Shannon C.E. The Mathematical theory of communication. In: The Mathematical Theory of Communication / Ed. C.E.Shannon and W.Weaver. – Illinois: University of Illinois Press, Urbana, 1949. – 216 p.
7. Кормен, Т. Глава 16. Жадные алгоритмы // Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. Под ред. И. В. Красикова. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2005. –1296 с. – ISBN 5-8459-0857-4.
8. Саати Т. Аналитическое планирование организации систем / Т. Саати, К. Кернс. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
9. Снитюк В.Е Информационно-аналитические модели и эволюционные аспекты решения задачи комплектования / В. Снитюк, П. Кучер // Искусственный интеллект – 2009. – № 4. – С. 268-273.
10. Снитюк В.Е. Модели и методы определения компетентности экспертов на базе аксиомы несмещенности / В. Е.

Снитюк, Рифат Мохаммед Али. – Черкаси: Вісник ЧІТІ. – 2000. – № 4. – С. 121-126.

REFERENCES

1. Dakin, R. J. A tree-search algorithm for mixed integer programming problems / R. J. Dakin // The Computer Journal. – 1965. – Vol. 8. – P. 250-255.
2. Dorigo, M. Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents / Dorigo M., Maniezzo V., Colomi A. // IEEE Trans. Syst., Man. and Cybern. – 1996. – Vol. 26, № 2. – P. 29–41.
3. Eddy, S. R. What is dynamic programming? / S. R. Eddy // – Nature Biotechnology. – 2004. – Vol. 22. – P. 909-910.
4. Holland, J. H. Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control and artificial intelligence / J. H. Holland. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
5. Pisinger, D. Algorithms for Knapsack Problems / D. Pisinger. –Copenhagen, Denmark: University of Copenhagen. – 1995. – 199 p.
6. Shannon C.E. The Mathematical theory of communication. In: The Mathematical Theory of Communication / Ed. C.E.Shannon and W.Weaver. – Illinois: University of Illinois Press, Urbana, 1949. – 216 p.
7. Kormen, T. Zhadnye algoritmy // Algoritmy: postroenie i analiz = Introduction to Algorithms / T. Kormen, Ch. Leizeron, P. Rivest, K.Stein. Pod.red. I.V. Krasnikova. – 2-e izd. – M. : Villiams, 2005. –1296 s. – ISBN 5-8459-0857-4.
8. Saati T. Analiticheskoe planirovanie organizatsionnyh sistem / T. Saati, K. Kerns. – M. : Radioi sviaz, 1991. – 224 s.
9. Snityk V.E. Informatsionno-analiticheskie sistemy s evolyutsionnye aspecty resheniya zadachi komplektovaniya / V/ Snityk, P. Kucher // Iskusstvennyi intellect. – 2009. – № 4. – S. 268-273.
10. Snityk V.E. Modelii metody opredeleniya kompetentnosti ekspertov nabaze aksiomy nesmeschennosti / V.E. Snityk, Rifat Mohamed Ali. – Cherkasy : Visnyk CHITI. – 2000. – № 4. – S. 121-126.

*В. Н. Кришталь, Д. С. Федоренко, канд. ист. наук, В. Е. Снитюк,
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля
Национального университета гражданской защиты Украины*

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ КОМПЛЕКТОВ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Рассмотрены аспекты реализации четырех научных парадигм: системного подхода, системного анализа, системного проектирования и системной модели в процессе решения задачи определения оптимального комплекта аварийно-спасательного оборудования. Системная модель является объединяющим звеном номенклатуры аварийно-спасательных средств, финансовых ресурсов, административных и организационно-технических мероприятий. Определены уровни реализации системного подхода к задаче комплектования аварийно-спасательной техники и рассмотрена система функций, которые выполняет элемент оборудования аварийно-спасательной техники. Необходимость

оптимизации комплектов аварийно-спасательного оборудования заключается в установлении точного результата при определенных ресурсных ограничениях, одним из способов реализации которого является использование подхода с применением совокупности методов. Установлено четыре критерия оценки комплекта аварийно-спасательной техники: цена, функциональность, мощность и надежность, которые могут быть применены и для отдельного элемента оборудования. В процессе системного проектирования необходимо учитывать системные ресурсы: финансовые ресурсы, специальные автомобили (носители аварийно-спасательного оборудования). Сформулированы системные свойства

комплекта аварійно-спасателноу техніки: *открытость, масштабируемость, системность, интегральность и тому подобное. Доказана необходимость выполнения требования о программированной эксплуатации комплекта аварійно-спасателноу техніки, что предусматривает эффективную работу в течение определенного времени и возможность замены использованных элементов на новые и перспективные в*

будущем. Полученные результаты представляют научный базис определения такого комплекта и его сопровождение на всех этапах жизненного цикла.

Ключевые слова: *системный подход, системный анализ, системная модель, многокритериальность, комплектование аварійно-спасателноу техніки, оптимизация, аварійно-спасателноу оборудование, функциональность и эффективность элемента оборудования.*

*V. M. Kryshchal, D. S. Fedorenko, Ph.D in Hystorical Sciences, V. E. Snityk
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chornobyl Heroes of
National University of Civil Defence of Ukraine*

SYSTEM APPROACH TO THE FORMATION OF EMERGENCY RESCUE EQUIPMENT SETS

The aspects of realization of four scientific paradigms, such as: system approach, system analysis, system design and system model in the process of solving the problem of determining the optimal of emergency rescue equipment set are considered. The system model is a link in the nomenclature of emergency rescue, financial resources, administrative and organizational and technical measures. The levels of realization of the system approach to the task of manning emergency rescue equipment are determined and the system of functions performed by the element of equipment of emergency rescue set is considered. The need to optimize emergency rescue sets is to establish the most accurate result with certain resource constraints, one way of its implementing is to use an approach with a set of methods. There are four criteria for evaluating a rescue set: price, functionality, power and reliability, which can be applied to a

single item of equipment. In the process of system design, it is necessary to take into account system resources: financial resources, special vehicles (carriers of emergency and rescue equipment). The system properties of emergency rescue equipment are formulated: openness, scalability, systemic, integrality, etc. The necessity of fulfilling the requirement for the programmed operation of the rescue equipment set is proved, which implies efficient work for a certain time and possibility of replacement of used elements with new and more effective ones in future. The obtained results form the scientific basis for the definition of such a set and its support throughout all stages of the life cycle.

Key words: *system approach, system analysis, system model, multicriteria, emergency equipment set, optimization, emergency equipment, functionality and efficiency of the equipment element.*