

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

**Андрій Хижняк, Василь Кришталь,
Михайло Кропива, Олег Бас**

**СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО КОМПЛЕКТУВАННЯ
АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

Монографія

Черкаси – 2023

УДК: 004.942:614.8

С 89

*Рекомендовано до друку методичною радою
Черкаського інституту пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України
(протокол № 4 від 19 грудня 2023 року)*

Рецензенти:

Роман МОТРИЧУК – начальник відділу ресурсного забезпечення Головного управління ДСНС України у Черкаській області, кандидат технічних наук;

Олег КУЛІЦА – доцент кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

Хижняк А.А., Кришталь В.М., Кропива М.О., Бас О.В. Сучасні підходи до комплектування аварійно-рятувальної техніки: монографія. Черкаси: ЧІПБ, 2023. 120 с.

Основні положення монографії спрямовані на подальший розвиток технологій оптимізації процесів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Розроблені моделі та методи складають методологічну базу процесів прийняття рішень щодо комплектування аварійно-рятувальної техніки.

Враховуючи значну кількість потенційних елементів обладнання, що можуть входити до комплекту, запропоновано обмеження, які дозволять скоротити кількість можливих варіантів на основі методу послідовного аналізу варіантів.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. Загальна характеристика аварійно-рятувальної техніки та аварійно-рятувального обладнання	7
РОЗДІЛ 2. Аналіз проблеми комплектування аварійно-рятувальної техніки	57
РОЗДІЛ 3. Характеристика сучасних підходів до комплектування аварійно-рятувальної техніки	67
3.1. Принципи інформаційно-аналітичної підтримки процесу комплектування аварійно-рятувальної техніки	70
3.2. Розробка структури та визначення елементного базису системи підтримки прийняття рішень	74
3.3. Особливості практичної реалізації еволюційного методу комплектування аварійно-рятувальної техніки	76
3.4. Визначення коефіцієнта актуальності аварійно-рятувального обладнання	82
3.5. Експериментальна верифікація технології визначення оптимального комплекту аварійно-рятувального обладнання	84
ВИСНОВКИ	105
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	109

ВСТУП

Комплектування аварійно-рятувальної техніки в умовах невизначеності, а також підвищення ефективності процесів прийняття рішень при надзвичайних ситуаціях є актуальними проблемами, що потребують ґрунтовних досліджень.

Об'єктом нашого дослідження є процеси інформаційно-аналітичного супроводу прийняття рішень при ліквідації надзвичайних ситуацій, аварій та катастроф.

Предмет дослідження – моделі, еволюційні методи та інструментальні засоби комплектування аварійно-рятувальної техніки в умовах невизначеності.

У процесі дослідження удосконалено:

- метод комплектування аварійно-рятувальної техніки, у якому враховуються нечіткі експертні висновки, що дозволяє визначити оптимізований варіант комплектації та ступінь його оптимальності;

- еволюційні методи визначення оптимального варіанту комплектування аварійно-рятувальної техніки на основі принципу домінування та застосування штрафної функції, що дозволило уникнути вилучення перспективних варіантів із множини потенційних розв'язків задачі комплектування та зменшити час обчислень.

Отримані теоретичні результати доведені до конкретних інженерних методик, алгоритмів і програм, а

саме, розроблено систему підтримки прийняття рішень при формуванні комплектів рятувального обладнання.

Основні положення монографії спрямовані на подальший розвиток технологій оптимізації процесів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Розроблені моделі та методи складають методологічну базу процесів прийняття рішень щодо комплектування аварійно-рятувальної техніки. Результати дослідження можуть бути використаними у наукових установах із дослідження проблем надзвичайних ситуацій, Управліннях Держаної служби з надзвичайних ситуацій України, особами, що приймають рішення щодо комплектування аварійно-рятувальних підрозділів, та у навчальному процесі.

У монографії використані елементи системного підходу та системного аналізу як науково-практичних методологій вирішення складних проблем та дослідження складних систем, відповідно.

Для порівняльного аналізу технологій комплектування застосовувались елементи теорії дискретної оптимізації; формалізація задач дослідження та побудова моделей здійснювалась з урахуванням основних положень теорії багатокритеріальної оптимізації, теорії нечітких систем та нечіткої логіки; пошук оптимального комплекту аварійно-рятувальної техніки здійснювався на основі технологій штучного інтелекту та еволюційного моделювання.

При розробці структури та визначенні елементної бази системи підтримки прийняття рішень використані методи прийняття рішень, теорія баз даних та технології побудови прикладних експертних систем.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані автором теоретичні результати доведені до конкретних інженерних методик, алгоритмів і програм, а саме, розроблено методику комплектування аварійно-рятувальної техніки та систему підтримки прийняття рішень при формуванні комплектів рятувального обладнання.

Основні положення, одержані в роботі, спрямовані на подальший розвиток технологій оптимізації процесів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Розроблені моделі та методи складають методологічну базу процесів прийняття рішень щодо комплектування аварійно-рятувальної техніки.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА АВАРІЙНО- РЯТУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Автоцистерна

1.1. Призначення автоцистерни

Автоцистерна АЦ-4-60 (5309)-505М призначена для пожежної охорони міських і сільських населених пунктів, промислових об'єктів і служить для:

- гасіння пожеж в містах, промислових районах, сільських місцевостях і доставляння до місця пожежі оперативного розрахунку, пожежно-технічного оснащення, води і піноутворювача;

- подачі на вогнище пожежі води з цистерни, відкритої водойми, сторонньої ємності або водопровідної мережі (гідранта);

- подання на вогнище пожежі повітряно-механічної піни з використанням піноутворювача, що вивозиться, або забирання його із сторонньої ємності.

У позначенні автоцистерни букви і цифри означають:

АЦ – автомобільна цистерна (автоцистерна);

4 – об'єм цистерни для води, м³;

60 – номінальна подача насоса, л/с;

5309 – модель шасі автомобіля МАЗ;

505М – позначення моделі в конструкторській документації.

Автоцистерна розрахована на експлуатацію в районах з помірним кліматом (виконання У) при температурі навколишнього повітря від 233 К до 313 К (від мінус 35 °С до плюс 40 °С), категорія розміщення 1 згідно з ГОСТ 15150-69.

Автоцистерна не призначена для роботи у вибухонебезпечному середовищі, також для роботи на морській воді.

1.2. Технічні характеристики автоцистерни

Технічні характеристики автоцистерни приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

<i>Назва показників</i>	<i>Значення</i>
Клас	Важкий (повна маса більше 14 т)
Категорія	3 (всюдихідний)
Маса, кг, не більше	19000
Розподіл повної маси по осях, кг, не більше:	
– на першу (передню)	8000
– на другу (задню)	11000
Маса споряджена, кг, не більше	13560
Габаритні розміри, мм, не більше:	
- довжина	8500
- ширина	2550
- висота	3640
Питома потужність, кВт/т, не менше	12,7

Продовження таблиці 1

<p>Місткість, м³ (л), не менше:</p> <ul style="list-style-type: none"> - цистерни для води - бака для піноутворювача 	<p>4,0 (4000)</p> <p>0,4 (400)</p>
<p>Насос:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тип - модель - розташування - подача номінальна (при висоті всмоктування 3,5 м, всмоктувальній лінії 150 мм і частоті обертання 2600 об/хв.), л/хв. (л/с) - тиск номінальний (при висоті всмоктування 3,5 м, всмоктувальній лінії 150 мм і частоті обертання 2600 об/хв.), МПа (бар) - найбільша висота всмоктування, м - час забирання води з найбільшої висоти всмоктування, с, не більше - подача при геометричній висоті всмоктування 7,5 м і тиску 0,8 МПа (8,0 бар), л/хв. (л/с), не менше - привод 	<p>відцентровий, пожежний, одноступеневий ПН-60Б-Р-Р заднє</p> <p>3600 (60) 1,0(10)</p> <p>7,5</p> <p>60 1800 (30)</p> <p>ПВП на розподільній короб редуктор, карданна передача</p>
<p>Насос:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тип - модель - розташування - подача номінальна (при висоті всмоктування 3,5 м, всмоктувальній лінії 150 мм і частоті обертання 2600 об/хв.), л/хв. (л/с) - тиск номінальний (при висоті всмоктування 3,5 м, 	<p>відцентровий, пожежний, одноступеневий ПН-60Б-Р-Р заднє</p> <p>3600 (60)</p> <p>1,0(10)</p>

Продовження таблиці 1

<p>- всмоктувальній лінії 150 мм і частоті обертання 2600 об/хв.), МПа (бар)</p> <p>- найбільша висота всмоктування, м</p> <p>- час забирання води з найбільшої висоти всмоктування, с, не більше</p> <p>- подача при геометричній висоті всмоктування 7,5 м і тиску 0,8 МПа (8,0 бар), л/хв. (л/с), не менше</p> <p>- привод</p>	<p>7,5</p> <p>60</p> <p>1800 (30)</p> <p>ПВП на розподільній короб</p> <p>редуктор,</p> <p>карданна передача</p>
<p>Дозатор піноутворювача:</p> <p>- модель</p> <p>- тип</p> <p>- регулювання витрати піноутворювача</p> <p>- кількість положень дозатора, шт.</p> <p>- максимальна кількість одночасно працюючих генераторів піни ГПС-600, шт.</p> <p>- дозування піноутворювача, %</p> <p>- витрата піноутворювача на один ГПС-600 залежно від % дозування, л/с</p>	<p>ПС-7</p> <p>водоструменевий ежектор</p> <p>ручне</p> <p>7</p> <p>від 1 до 7 вкл.</p> <p>6</p> <p>від 0,24 до 0,36</p>
<p>Вакуумна всмоктувальна система:</p> <p>- модель</p> <p>- тип</p> <p>- найбільше розрідження, що створюється у порожнині насоса, МПа (бар)</p> <p>- час заповнення насоса, с, не більше</p> <p>- час безперервної роботи, с</p> <p>- напруга живлення, В</p>	<p>НВЕ-24</p> <p>автономна, напівавтоматична, з шиберним електроприводним насосом 0,08 (0,8)</p> <p>60</p> <p>60</p> <p>24</p>

Продовження таблиці 1

<p>Ствол лафетний, стаціонарний:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модель - модель насадку - робочий (номінальний) тиск, МПа (бар) - тиск максимальний, МПа (бар) - витрата (регульована), л/хв. (л/с) - речовина, що подається - дальність струменя води, м, не менше - дальність струменя піни, м, не менше - кут повороту в горизонтальній площині, град - кут повороту в вертикальній площині, град - форма струменя 	<p>Protek 622-3 Protek 822 0,69...1,0 (6,9...10)</p> <p>1,4(14) 948-1398-1896 (15,8-23,3-31,6) вода або водний розчин піноутворювача</p> <p>55</p> <p>35</p> <p>360 від -20 до +80 пряма (суцільна), розпорошена, регулювання безступінчате ручне, з даху насосного відсіку</p>
<p>Обігрівач насосного відсіку:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тип - модель - потужність максимальна, кВт 	<p>автономний, повітряний Планар-8ДМ-24 5,5</p>
<ul style="list-style-type: none"> - напруга живлення, В - місце установлення - вид пального, що використовується - об'єм паливного баку, л 	<p>24 насосний відсік дизельне за ДСТУ 3868-99</p> <p>7</p>
<p>Система подачі сигналів пріоритету:</p> <ul style="list-style-type: none"> - потужність сигнально-гучномовної установки (СГУ) - проблискові маяки синього кольору імпульсної дії (LED) з захисними ґратами - проблискові маяки синього кольору імпульсної дії (ксенонові стробоскопи) - гучномовці (акустичні блоки) - пульт керування СГУ з мікрофоном 	<p>відповідає вимогам ДСТУ 3849-99</p> <p>400 два попереду на даху кабіни, один ззаду на кузові два попереду в радіаторних ґратах капоту кабіни два під капотом</p> <p>в кабіні у зоні обслуговування водія</p>

Продовження таблиці 1

<p>Електрогенератор автономний (знімний):</p> <ul style="list-style-type: none"> - модель - тип привідного двигуна - система пуску - тип палива - потужність номінальна, кВт (кВА), не менше - напруга номінальна, В - кількість фаз, шт. - частота, Гц - кількість споживачів які можуть під'єднуватись одночасно, шт. - об'єм паливного баку, л - місце установлення 	<p>Dalgakiran DJ 5500 BG-E бензиновий стартерна та ручна бензин AI-92</p> <p>5,0 (5,0)</p> <p>230</p> <p>1</p> <p>50</p> <p>2 x 16 A (230 В) 25</p> <p>на висувній полиці</p>
<p>Щогла для освітлення:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модель - тип - висота піднімання від рівня землі, м, не менше - кількість прожекторів, шт. - тип та потужність прожектора, тип / Вт, не менше - напруга живлення прожектора, В - привод висування - орієнтація щогли з прожекторами в горизонтальній площині - орієнтація прожекторів в вертикальній площині (по куту нахилу) 	<p>Fireco Standard CS.3435.TI стаціонарна, телескопічна</p> <p>6 4</p> <p>LED/250</p> <p>220</p> <p>пневматичний</p> <p>ручна, з землі</p> <p>ручна, з даху надбудови</p>

Продовження таблиці 1

<p>Лебідка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модель - максимальне тягове зусилля, кН (т) - тип приводу - максимальний тиск оливи, МПа (бар) - довжина тросу, м - управління - місце установлення - пристрій відбору потужності (ПВП) <p>додаткова комплектація</p>	<p>Runva HWP20000Y2D 90 (9)</p> <p>гідравлічний 17,5 (175)</p> <p>50</p> <p>дистанційне, з виносного радіо пульту або кабіни попереду, під бампером механічний, установлений на задньому торці коробки переміни передач (КПП) шасі автомобіля</p> <p>блок поліспаств (2 шт.)</p>
<p>Базове шасі автомобіля:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модель - компонувальна схема - колісна формула - колісна база, мм - розподільна коробка (РК) - ведучі мости (осі) 	<p>МАЗ-530905</p> <p>кабіна над двигуном</p> <p>4x4.1 (колеса другої осі односкатні)</p> <p>4400</p> <p>одношвидкісна, з жорстким зв'язком між мостами (осями), передній міст (вісь) має можливість відключатись двохступінчаті, з диференціалами, що мають можливість блокуватись</p>
<p>Колеса і шини:</p> <ul style="list-style-type: none"> - розмір шин - протектор - запасне колесо - місце установлення запасного колеса 	<p>395/85R20</p> <p>позашляховий</p> <p>наявне</p> <p>в ТЗК за кабіною, праворуч</p>

<p>Кабіна оперативного розрахунку (доопрацьована кабіна шасі автомобіля):</p> <ul style="list-style-type: none"> - тип - кількість місць оперативного розрахунку (включно з водієм), шт. - кількість дверей, шт. 	<p>закрита, двохрядна, суцільнометалева, салонного типу, розташована над двигуном, відкидна вперед 7 (1+6), всі сидіння з пасами безпеки та підголівниками</p>
<ul style="list-style-type: none"> - кріплення з фіксаторами для одно балонних дихальних апаратів на стиснутому повітрі вмонтовані в спинки сидінь, шт. - механізм піднімання - кут перекидання, град., не менше - дзеркала заднього виду - обігрівач штатний 	<p>4, на задньому ряді сидінні посиленій, з двома гідроциліндрами (з ліво і правостороннім розміщенням), керування циліндрами від одного насосного механізм насосний механізм гідравлічний з ручним приводом регульовані з електричним підігрівом працює одночасно з системі охолодження двигуна</p>
<p>Обігрівач кабіни автономний:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тип - модель - потужність максимальна, кВт - напруга живлення, В - місце установлення - вид пального, що використовується об'єм паливного баку, л 	<p>автономний, повітряний Планар-8ДМ-24 5,5 24 підстава другого ряду сидінь дизельне за ДСТУ 3868-99</p>

Продовження таблиці 1

<p>Двигун:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модель - тип <ul style="list-style-type: none"> - потужність, кВт (к.с.) - робочий об'єм, л - вид пального, що використовується 	<p style="text-align: center;">ЯМЗ-238ДЕ</p> <p>V-подібний, 8-циліндровий дизельний, чотиритактний, з безпосереднім уприскування палива, турбонаддувом, рідинним охолодженням</p> <p style="text-align: center;">243 (330)</p> <p style="text-align: center;">14,86</p> <p>дизельне за ДСТУ 3868-99</p>
<p>Зчеплення:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тип 	<p>одно або дво дискове, сухе, фрикційне, діафрагмове</p>
<p>Коробка переміни передач (К1П1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - модель - тип <p>Управління</p> <ul style="list-style-type: none"> - число передач (вперед+назад) <p>Підвіска (передня, задня)</p> <p>Рульове керування</p>	<p style="text-align: center;">ЯМЗ-239</p> <p>механічна, синхронізована з приводом відбору потужност дистанційне</p> <p style="text-align: center;">9+1</p> <p>ресорна, з стабілізаторами поперечної стійкості лівого розташування, з гідро підсилювачем</p>
<p>Гальмова система:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тип - гальмові механізми <p>продуктивність повітряного компресору, л/хв.</p>	<p>двох контурна, пневматична, з АБС</p> <p style="text-align: center;">барабанного типу</p>
<p>Системи швидкого (екстренного) розгальмування гальмової пневмосистеми:</p> <ul style="list-style-type: none"> - час спрацювання (заповнення гальмової пневмосистеми до робочого стану від моменту запуску до виїзду), хв., не більше - вбудована (від власного джерела) зовнішня (від стороннього джерела) 	<p>адаптована для швидкого реагування за сигналом «тривога», за умови одноразового, протягом доби, запуску двигуна балон високого тиску об'ємом 8 л з редуційною системою з'єднувальна головка для під'єднання до гальмової пневмосистеми зовнішнього джерела тиску</p>

Продовження таблиці 1

Максимальний кут поворотання керованих (передніх) коліс, град.	36+1
Дорожній просвіт, мм, не менше	340
Кут звисання при повній масі, град, не менше:	
- передній	20
- задній	16

* Параметр лафетного ствола, без урахування надбудови.

1.3. Будова автоцистерни

Автоцистерна складається з наступних основних складових частин:

- шасі автомобіля МАЗ-530905, підготовленого під монтаж;
- система управління зчепленням і «газом» (регулювання числа обертів двигуна);
- установлення обігрівачів в кабіні та насосному відсіку;
- трансмісії;
- установлення цистерни (з пінобаком);
- комунікацій водопійних;
- установлення лафетного ствола;
- електроустаткування додаткового;
- розміщення обладнання в кузові і кабіні;
- пневмопривода;
- гідропривода;
- розміщення обладнання на даху кузова;
- установлення кузовів;

- установлення освітлювальної щогли;
- установлення системи розгальмовування;
- система безпечного експлуатування;
- електроустаткування силового.

1.4. Будова і робота автоцистерни

На рисунку 1 показано загальний вигляд автоцистерни, змонтованої на допрацьованому шасі автомобіля МАЗ-530905 (шасі підготовленому) 1, на якому установлені: кузов 6, цистерна 4. Автоцистерна обладнана пожежним насосом, встановленим в задній частині кузова (насосному відсіку).

Привід насоса здійснюється від валу пристрою відбору потужності, який встановлений на розподільчій коробці, через трансмісію 12, що складається з двох карданних валів і редуктора.

Автоцистерна має ємність для рідин пожежогасіння: цистерну 4 для води, розташовану у кузові і бак для піноутворювача, який улаштований в цистерні.

Для подавання води або повітряно-механічної піни насос обладнаний водопійними комунікаціями 10.

Водопійні комунікації 10 дозволяють робити забирання води в насос з цистерни або відкритої водойми, а також гідранта, подавання води в цистерну, подавання води або розчину піноутворювача в напірні патрубки з приєднаними до них рукавами та ручних пожежних стволів, подавання

води на лафетний ствол.

Забезпечується також забирання піноутворювача від штатного пінобака або стороннього резервуару.

Для первинного заповнення насоса водою при роботі від водойми на насосі встановлено вакуумний насос.

Допоміжне електрообладнання 2 автоцистерни призначене для освітлення відсіків кузовів, кабіни, насосного відсіку, даху кузова, підніжок кабіни, периметру автоцистерни, роботи світло проблискових маяків, контрольних приладів, а також дистанційного управління приводом насоса, зчепленням і засувками (кранами) водопійних комунікацій, управлінням роботою гідролебідки, роботою обігрівачів, вакуумним насосом.

Автоцистерна обладнана системою управління зчепленням і «газом» (регулювання числа оборотів двигуна) 11, за допомогою якої встановлюється необхідний режим роботи насосної установки.

Пневмопривід 9 служить для дистанційного керування окремими агрегатами: автоцистерни (приводом насоса і запірною арматурою водопійних комунікацій, а також роботою зчеплення гідролебідки.

Для швидкого розгальмування гальмівної системи шасі автомобіля автоцистерна додатково обладнана системою швидкого розгальмування гальмівної системи.

У кузові 6 і кабіні 3 розміщено пожежне устаткування 7 і

комплектація.

На даху автоцистерни, так само, розташована частина пожежно-технічного обладнання

Обігрівач 8 дозволяє обігрівати насосний відсік при низьких температурах.

В кабіні додатково установлений обігрівач для забезпечення комфортної температури.

1.5. Порядок роботи автоцистерни

Автоцистерна повинна розташовуватись в гаражному боксі пожежної частини в повній готовності: заправлена паливом, оливою, цистерна заповнена водою, пінобак піноутворювачем, балон системи швидкого розгальмовування заповнений стисненим повітрям, бак і гідросистема приводу лебідки заповнені оливою та укомплектована пожежним устаткуванням. Для швидкого виїзду автоцистерни з бокс; вона обладнана системою швидкого розгальмування шасі.

По прибуттю на місце пожежі, залежно від умов майбутньої роботи (від цистерни, водойми або гідранта), а також від способу роботи (подання води або повітряно-механічної піни) автоцистерна встановлюється на місце безпечно від дії вогню. При цьому потрібно прагнути, щоб довжина напірної рукавної лінії і кількості вигинів при прокладанні рукавів були мінімальними.

Виконати підготовчі роботи:

- встановити автоцистерну, з працюючим на малих обертах двигуном, на ручне гальмо (важіль коробки зміни передач має бути в нейтральному положенні, при цьому повинен спалахнути контрольний індикатор на панелі приладів):
- вимкнути зчеплення (вижати педаль);
- включити вимикачем на щитку приладів «Нейтраль» в РК, при цьому спалахне контрольний індикатор;
- включити 8-му передачу в КПП і плавно відпустити педаль зчеплення підтримуючи оберти двигуна від 900 до 1500 хв.¹;
- встановити під колеса упорні колодки;
- зробити прокладання і поєднування всмоктувальних і напірних ліній залежно від умов роботи від цистерни, водойми або гідранта;
- включити живлення пульта управління на насосі;
- включити кран пневморозподільника, що забезпечує подачу повітря в пневмоколектор;
- вимкнути зчеплення (вижати педаль) клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор, і утримувати його 10 с (для уповільнення обертання карданного валу);
- увімкнути ПВП на РК клавішею на панелі насосного

відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор;

Примітка. Увімкнення ПВП можливе лише з затримкою 10 с (автоматично блокується) після вимкнення зчеплення!

Примітка. ПВП на РК не може включитись при увімкненому зчепленні (не вижатій педалі)!

- увімкнути зчеплення (відпустити педаль) клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому згасне контрольний індикатор, переконатися що вал насосу обертається (по тахометру насосу) і почати роботу насосною установкою.

У разі появи скреготу при включенні ПВП в РК необхідно відразу вимкнути зчеплення (вижати педаль), почекати не менше 10 с (для уповільнення обертання карданного вала), і плавно відпустити зчеплення.

Примітка. Забороняється включення ПВП при обертанні карданного валу КПП зі швидкістю понад 50 хв.'¹!

Примітка. При включенні ПВП блокується перемикач нейтрального стану РК в кабіні, і його перемикання можливе лише при вимкненні ПВП і розблокуванні РК з насосного відсіку!

Вимкнення РК проводиться в зворотному порядку включення, при цьому необхідно переконатися, що ПВП на РК відключився (згаснув контрольний індикатор клавіші ПВП, вал насосу не обертається - по тахометру насосу).

Примітка. Робота на незаповненому водою насосі не дозволяється.

Подальші операції по пуску насосної установки залежать від умов роботи (від цистерни, водойми або гідранта).

Робота від цистерни

Для роботи від цистерни необхідно:

- встановити автоцистерну, з працюючим на малих обертах двигуном, на ручне гальмо (важіль коробки зміни передач має бути в нейтральному положенні, при цьому повинен спалахнути контрольний індикатор на панелі приладів):
- вимкнути зчеплення (вижати педаль);
- включити вимикачем на щитку приладів «Нейтраль» в РК, при цьому спалахне контрольний індикатор;
- включити 8-му передачу в КПП і плавно відпустити педаль зчеплення підтримуючи оберти двигуна від 900 до 1500 хв.¹;
- встановити під колеса упорні колодки;
- перевірити правильність (герметичність) установки заглушки на всмоктувальному патрубку насоса;
- прокласти напірні рукавні лінії;
- включити живлення пульта управління на насосі;
- включити кран пневморозподільника, що забезпечує подачу повітря в пневмоколектор;
- встановити важіль управління подачею паливного насоса двигуна в положення найменшої подачі (менші

оберти вала двигуна) «Оберти вала насосу» в положення «менше» при цьому засувку забирання води з цистерни в насос встановити в положення відкрито і заповнити насос водою, трохи відкривши один з напірних вентилів для випуску повітря (усі інші вентилялі мають бути закриті);

- вимкнути зчеплення (вижати педаль) клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор, і утримувати його 10 с (для уповільнення обертання карданного валу);
- увімкнути ПВП на РК клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор;

Примітка. Увімкнення ПВП можливе лише з затримкою 10 с (автоматично блокується) після вимкнення зчеплення!

Примітка. ПВП на РК не може включитись при увімкненому зчепленні (не вижатій педалі)!

- увімкнути зчеплення (відпустити педаль) клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому згасне контрольний індикатор, переконатися що вал насосу обертається (по тахометру насосу) і почати роботу насосною установкою.

У разі появи скреготу при включенні ПВП в РК необхідно відразу вимкнути зчеплення (вижати педаль), почекати не менше 10 с (для уповільнення обертання карданного вала), і плавно відпустити зчеплення.

Примітка. Забороняється включення ПВП при обертанні карданного валу КПП зі швидкістю понад 50 хв.¹!

Примітка. При включенні ПВП блокується перемикач нейтрального стану РК в кабіні, і його перемикання можливе лише при вимкненні ПВП і розблокування РК з насосного відсіку!

Примітка. Робота на незаповненому водою насосі не дозволяється.

Примітка. Засувка забирання води з цистерни в насос має дублюючий ручний важіль управління, для можливості її відкривання чи закривання при аварійній ситуації, коли відсутній необхідний тиск повітря в пневмосистемі автоцистерни.

- після заповнення насоса водою, плавно відкрити вентилі напірних патрубків і збільшити оберти двигуна, встановити важелем управління необхідний режим роботи насоса.

Вимкнення РК проводиться в зворотному порядку включення, при цьому не обхідно переконатися, що ПВП на РК відключився (згаснув контрольний індикатор) клавіші ПВП, вал насосу не обертається – по тахометру насосу).

Робота від водойми

Для роботи від водойми необхідно:

- встановити автоцистерну, з працюючим на малих обертах двигуном, на ручне гальмо (важіль коробки

зміни передач має бути в нейтральному положенні, при цьому повинен спалахнути контрольний індикатор на панелі приладів):

- вимкнути зчеплення (вижати педаль);
- включити вимикачем на щитку приладів «Нейтраль» в РК, при цьому спалахне контрольний індикатор;
- включити 8-му передачу в КПП і плавно відпустити педаль зчеплення підтримуючи оберти двигуна від 900 до 1500 хв.¹;
- встановити під колеса упорні колодки;
- вийняти з пеналу всмоктувальні рукави і прокласти всмоктувальну лінію;
- опустити рукави з сіткою у водойму (всмоктувальна сітка має бути опущена не менше чим на 600 мм нижче рівня води, але не лежати на дні);
- перевірити закриття усіх вентилів, клапанів, зливних краників насоса і засувки;
- прокласти напірні рукавні лінії;
- включити живлення пульта управління на насосі;
- включити кран пневморозподільника, що забезпечує подачу повітря в пневмоколектор;
- установити важіль управління подачею паливного насоса двигуна в положення найменшої подачі (менші оберти вала двигуна) «Оберти вала насосу» в положення

«менше» при цьому засувку забирання води з цистерни в насос встановити в положення відкрито і заповнити насос водою, трохи відкривши один з напірних вентилів для випуску повітря (усі інші вентиля мають бути закриті);

- вимкнути зчеплення (вижати педаль) клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор, і утримувати його 10 с (для уповільнення обертання карданного валу);
- увімкнути ПВП на РК клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор;

Примітка. Увімкнення ПВП можливе лише з затримкою 10 с (автоматично блокується) після вимкнення зчеплення!

Примітка. ПВП на РК не може включитись при увімкненому зчепленні (не вижатій педалі)!

- включити вакуумну систему;
- увімкнути зчеплення (відпустити педаль) клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому згасне контрольний індикатор, переконавшись що вал насоса обертається (по тахометру насосу) і почати роботу насосною установкою.

У разі появи скреготу при включенні ПВП в РК необхідно відразу вимкнути зчеплення (вижати педаль), почекати не менше 10 с (для уповільнення обертання карданного валу), і плавно відпустити зчеплення.

Примітка. Забороняється включення ПВП при обертанні

карданного валу КПП зі швидкістю понад 50 хв.¹!

Примітка. При включенні ПВП блокується перемикач нейтрального стану РК в кабіні, і його перемикання можливе лише при вимкненні ПВП і розблокуванні РК з насосного відсіку!

Примітка. Робота на незаповненому водою насосі не дозволяється.

- при появі тиску на приладах, відкрити напірний вентиль коли тиск на виході з насоса перевищить 0,25 МПа (2,5 бар), насос готовий до роботи.
- встановити необхідний тиск на виході з насоса, регулюючи частоту обертання вала двигуна.

Вимкнення РК проводиться в зворотному порядку включення, при цьому необхідно переконатися, що ПВП на РК відключився (згаснув контрольний індикатор клавіші ПВП, вал насосу не обертається - по тахометру насосу).

Детальніше робота насоса наведена в експлуатаційній документації на насос.

При забиранні води в цистерну, замість відкривання вентилів напірних патрубків, відкрити вентиль, розташований на лінії подавання води з насоса в цистерну, і провести заповнення цистерни, створивши тиск у колекторі насоса не більше 0,2 МПа (2,0 бар).

Після заповнення цистерни, контроль по покажчику і появі води через т{ переливання 6 (рисунок 6) закрити

вентиль розташований на лінії подачі води в цистерну.

Робота від гідранта

Для роботи від гідранта необхідно:

Для роботи від водойми необхідно:

- встановити автоцистерну, з працюючим на малих обертах двигуна на ручне гальмо (важіль коробки зміни передач має бути в нейтральному положенні, при цьому повинен спалахнути контрольний індикатор на панелі приладів):
- вимкнути зчеплення (вижати педаль);
- включити вимикачем на щитку приладів «Нейтраль» в РК, при цьому спалахне контрольний індикатор;
- включити 8-му передачу в КПП і плавно відпустити педаль зчеплення підтримуючи оберти двигуна від 900 до 1500 хв.¹;
- встановити під колеса упорні колодки;
- відкрити гаком кришку колодязя гідранта;
- встановити пожежну колонку на гідрант і приєднати до всмоктувального патрубка насоса водозбірник ВЗ-150;
- з'єднати пожежну колонку КП з водозбірником ВЗ-150 за допомогою напірно-всмоктувальних рукавів діаметром 75 мм;
- прокласти напірні рукавні лінії;
- включити живлення пульта управління на насосі;

- включити кран пневморозподільника, що забезпечує подачу повітря пневмоколектор;
- установити важіль управління подачею паливного насоса двигуна в положення найменшої подачі (менші оберти вала двигуна) «Оберти вала насосу» в положення «менше» при цьому засувку забирання води з цистерни в насос встан вिति в положення відкрито і заповнити насос водою, трохи відкривши один з нагрних вентилів для випуску повітря (усі інші вентилялі мають бути закриті);
- вимкнути зчеплення (вижати педаль) клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор, і утримувати його 10 с (для уповільнення обертання карданного валу);
- увімкнути ПВП на РК клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор;

Примітка. Увімкнення ПВП можливе лише з затримкою 10 с (автоматичне блокується) після вимкнення зчеплення!

Примітка. ПВП на РК не може включитись при увімкненому зчепленні (не вижатій педалі)!

- трохи відкрити один з напірних вентилів для випуску повітря, відкрити клапан гідранта, клапани пожежної колонки КП;
- увімкнути зчеплення (відпустити педаль) клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому згасне контрольний

індикатор, переконавшись що вал насосу обертається (по тахометру насосу) і почати роботу насосною установкою.

У разі появи скреготу при включенні ПВП в РК необхідно відразу вимкнуті зчеплення (вижати педаль), почекати не менше 10 с (для уповільнення обертання карданного вала), і плавно відпустити зчеплення.

Примітка. Забороняється включення ПВП при обертанні карданного валу КПП зі швидкістю понад 50 хв.¹.

Примітка. При включенні ПВП блокується перемикач нейтрального стану РК в кабіні, і його перемикач може бути лише при вимкненні ПВП і розблокуванні РК з насосного відсіку!

Примітка. Робота на незаповненому водою насосі не дозволяється.

- при появі тиску на приладах насос готовий до роботи;
- відкрити вентилі напірних патрубків насоса і, збільшуючи обороти двигуна, встановити потрібний режим роботи насоса. Заповнення цистерни від гідранта можливе через лінію 3.

Вимкнення РК проводиться в зворотному порядку включення, при цьому необхідно переконавшись, що ПВП на РК відключився (згаснув контрольний індикатор клавіші ПВП, вал насосу не обертається - по тахометру насосу).

Подача повітряно-механічної піни

При подаванні повітряно-механічної піни тиск в колекторі насоса необхідно підтримувати від 0,7 МПа до 0,8 МПа (від 7,0 бар до 8,0 бар).

Залежно від вибраного варіанту роботи (певної кількості під'єднаних для роботи генераторів ГПС- 600 або стволів) встановити вказівну стрілку дозатора піно- змішувача в необхідне положення (на відповідну цифру шкали дозатора):

«1» – один генератор ГПС-600 або один ствол;

«2» – два генератора ГПС-600, або два стволи, або один генератор ГПС-600 і один ствол;

«3» – лафетний ствол, або два генератори ГПС-600 і один ствол;

«4» – лафетний ствол, або два генератори ГПС-600 і один (або два) стволи;

«5» – лафетний ствол, або два генератори ГПС-600 і два стволи.

«6» – лафетний ствол, один генератори ГПС-600 і два стволи.

«7» – лафетний ствол, два генератори ГПС-600 і два стволи.

Для утворення повітряно-механічної піни воду в насос можна забирати з цистерни, водойми або гідранта, а піноутворювач з пінобака (бака для піноутворювача) або стороннього резервуару.

Забирання піноутворювача з бака для піноутворювача, а води з цистерни

При роботі від цистерни необхідно:

- приєднати піногенератори (пінні стволи) до напірних рукавів і щільно закрити заглушкою всмоктувальний патрубок насоса;

- закрити усі вентиля і зливний краник насоса;

- відкрити засувку трубопроводу від цистерни і залити насос водою (при цьому вентиль одного з напірних патрубків має бути прочинений);

- включити насос, як вказано в підрозділі 1.1.4.3 і встановити напір 70...80 м (тиск в насосі 0,7...0,8 МПа (7,0...8,0 бар));

- встановити вказівну стрілку дозатора пінозмішувача в необхідне положення;

- відкрити кран на лінії від пінобака до дозатора;

- відкрити вентиля напірних патрубків насоса і встановити необхідний режим його роботи.

Припинення подання піни робити в зворотному порядку.

Забирання піноутворювача з бака для піноутворювача, а води з водойми або гідранта

При роботі від водойми або гідранта необхідно:

- прокласти напірні рукавні лінії, приєднати піногенератори (пінні ствол до рукавів);

Для роботи від водойми виконати усі операції, вказані в

підпункті «Робота від водойми», а для роботи від гідранта вказані в підпункті «Робс від гідранта», при цьому тиск у всмоктувальному патрубку насоса має бути не більше 0,25 МПа (2,5 бар). Тиск регулюється клапанами пожежної колонки;

- включити насос і при тиску в колекторі насоса від 0,7 МПа до 0,8 МПа (від 7,0 бар до 8,0 бар) встановити руків'я дозатора у відповідне положення;

- відкрити вентилі напірних патрубків насоса і встановити потрібний режим роботи;

- відкрити кран на лінії з пінобака в дозатор.

Припинення подачі піни робити в зворотному порядку.

Забирання піноутворювача із стороннього резервуару

При роботі від водойми або гідранта необхідно:

- виконати усі операції, відповідно до пунктів;

- відкрити кран 9 на лінії подачі піноутворювача і викрутити заглушку на штуцері для забирання піноутворювача із стороннього резервуара;

- приєднати до штуцера шланг, вільний кінець якого опустити в резервує з піноутворювачем. Для забирання води з цистерни, водойми або гідранта зроби усі операції, вказані у відповідних підрозділах.

Припинення подачі піни робити в зворотному порядку.

Подача на лафетний ствол.

Для подачі води лафетним стволом необхідно:

- виконати усі операції, відповідно до п. 1.1.4.3;
- від'єднати лафетний ствол від стояка і встановити подовжувач ствола т на нього сам ствол;

- встановити тиск на колекторі насоса не менше 0,8 МПа (8,0 бар):

- повернути ствол в напрямку подачі струменя і зафіксувати його при необхідності;

- увімкнути на щитку насоса клавішу включення пневмовентиля Dn80 подачі води на лафетний ствол;

Примітка. Включення подачі на ствол виконувати при утриманні ствола оператором ствола на даху.

- встановити тиск на колекторі насоса від 1,0 МПа до 1,2 МПа (від 10,0 б до 12,0 бар);

- при необхідності скорегувати напрямок струменя відкрити стопор осьового повороту і після встановлення необхідного кута зафіксувати стопор;

- підйом та опускання струменя виконується маховичком підйому ствола;

Обслуговування дозатора піноутворювача і насоса після закінчення роботи

Закінчивши роботу, промити дозатор піноутворювача і насос водою, для чого:

- відвернути заглушку на штуцері для забирання

піноутворювача з стороннього резервуару;

- приєднати до штуцера шланг, вільний кінець опустити в посудину з водою;

- включити насос на роботу від цистерни, водойми або гідранта;

- відкрити кульовий кран подачі води в пінозмішувач і кульовий кран забирання піноутворювача, дати попрацювати насосу від 3 хв. до 5 хв., потім зупинити насос;

- від'єднати шланг, навернути заглушку на штуцер і закрити кульові крани трубопроводів подачі води в дозатор піноутворювача і цистерни.

Обслуговування насоса під час роботи

Під час роботи:

- стежити за показниками мановакуумметрів і тахометра;
- для тимчасового припинення подачі води, не зупиняти насос, а закрити вентилі напірних патрубків, зменшити до мінімальної частоту обертання двигуна, трохи відкрити вентиль подачі води в цистерну;

- стежити за температурою охолоджуючої рідини в радіаторі двигуна;

- щоб уникнути підсосу повітря при роботі від водойми, стежити за тим, щоб сітка всмоктувального рукава була повністю занурена у воду.

Примітка. Детальніше робота насоса наведена в експлуатаційній документації на насос.

Зупинка насоса і догляд за автоцистерною після закінчення роботи

Закінчивши роботу з гасіння пожежі необхідно:

- збавити оберти двигуна до малих і пропрацювати в цьому режимі хвилину, вимкнути пристрій відбору потужності (ПВП);

- від'єднати всмоктувальний рукав (якщо він встановлювався) від насоса і поставити заглушку на всмоктувальний патрубок;

- від'єднати напірні рукава;

- відкрити зливний кран насоса та зливний кран вентиля Ду70 подачі води в цистерну, злити повністю воду з насоса і вентиля, після чого крани і всі вентиля закрити;

- закрити двері насосного відсіку, скачати напірні рукава і укласти на свої місця;

- злити воду з всмоктувальних рукавів і укласти в пенали, стволи, інше обладнання та інструмент, вживанні при гасінні пожежі, установити на свої штатні місця в кабіні, відсіках кузову і на даху автоцистерни;

- закрити двері і підніжки кузову.

Після прибуття в гаражний бокс:

- заправити паливні баки;

- перевірити наявність рідини в системі охолодження і, при необхідності, долити;

- перевірити достатню кількість стисненого повітря в балоні системі швидкого розгальмовування шасі автомобіля при необхідності заправити або замінити балон;

- перевірити достатню кількість оливи в бачку гідропривода лебідки;

- наповнити цистерну водою, а пінобак піноутворювачем;

- усунути дефекти в механізмах, помічені під час роботи з гасіння пожеж перевірити і очистити пожежне обладнання використане під час пожежі;

- привести в порядок пожежні рукави, очистити автоцистерну від пилу і бруду, обмити водою і витерти.

Обслуговування автоцистерни в зимовий період

Для нормальної роботи автоцистерни взимку необхідно дотримуватися наступних правил:

- з настанням холодів (при температурі нижче 278 К (плюс 5 °С)) вмикають систему обігріву насосного відсіку;

- під час роботи, після встановлення відповідного режиму роботи насоса, закрити двері насосного відсіку;

- для тимчасового припинення подачі води не зупиняти насос, а закрити вентилі напірних патрубків і зменшити до мінімальної частоту обертів двигуна, прочинити кран подачі води в цистерну;

- при тривалій зупинці насоса від'єднати всмоктувальний і викидні рукава, відкрити зливний краник насоса та зливний кран вентиля Ду70 подачі води в цистерну і видалити

повністю воду з насоса і водопійних комунікацій, закрити двері насосного відсіку;

- не обігрівати насос і водо пінні комунікації відкритим вогнем;

- з настанням холодів (при температурі нижче 278 К (плюс 5 °С)), щоб уникнути руйнування цистерни в разі замерзання переливної труби, виконувати подачу води з цистерни при відкритій кришці горловини.

При періодичному огляді системи обігріву перевірити кріплення фланців і трубопроводів, підтягнути їх, забезпечуючи необхідну герметичність в з'єднаннях.

Засоби вимірювання, інструмент і приладдя

1.1.5.1 Насосна установка автоцистерни обладнана мановакууметрами, що вказують величину розрідження або підпору на вході та тиску на виході з насоса, і тахометром для контролю частоти обертання валу насоса. На редукторі балона системи швидкого розгальмовування встановлені манометри для визначення тиску в балоні та за редуктором.

1.1.5.2 Перелік приладів, що підлягають повірці на точність показань, наведено в таблиці 2.

1.1.5.3 Автоцистерна забезпечена спеціальним інструментом і приладдям: ключами, гаком, канатом.

1.1.5.4 Ключі призначені для під'єднання всмоктуючих і напірних рукавів до автоцистерни, а також для з'єднання і

роз'єднання цих рукавів і іншого обладнання.

1.1.5.5 Гак необхідний для відкривання кришок підземних гідрантів.

1.1.5.6 Рукавні затискачі призначені для швидкого затуляння пробоїн і свищів у напірних пожежних рукавах, що утворилися при гасінні пожежі.

1.1.5.7 Канат, діаметром 11 мм, довжиною 10 м використовується при витяганні всмоктувального рукава з водойми і для відкривання клапана всмоктувальної сітки СВ-150 при зливі води з нього.

1.1.5.8 Інструмент і приладдя, що поставляються разом з шасі автомобіля МАЗ-530905, використовуються відповідно настанови щодо експлуатування шасі автомобіля і автоцистерни.

Перелік приладів для періодичної перевірки точності показань наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

<i>Назва</i>	<i>Тип</i>	<i>Клас</i>	<i>Межі вимірювання</i>	<i>Кількість,</i>	<i>Періодичність</i>
Показчик тахометра	Б-ТМ-НП14-Н4-2И (24 В)		0...3500 об/хв.	1	один раз на рік
Мано-вакуумметр	GVM100-1+9HKR	2,5	0,1-0-0,9 МПа	1	один раз на рік
Мано-вакуумметр	GVM100-1+15TIKR	2,5	0,1-0-1,5 МПа	1	один раз на рік

Продовження таблиці 2

Манометр	ТМ-2	2,5	0,1-1,6 МПа	1	один раз на рік
Манометр	ТМ-2	2,5	0,1-25 МПа	1	один раз на рік

1.1.6 Трансмiсія

Трансмiсія автоцистерни (рисунок 6) призначена для передачі обертаючого моменту від двигуна шасі автомобiля до пожежного насосу.

Привiд пожежного насоса ПН-60Б-Р-Р здiйснюється вiд пристрою вiдбору потужностi (ПВП) 1, встановленого на заднiй стiнцi розподiльної коробки шасі автомобiля далi через карданний вал 2, редуктор 3 (442А-15-50-00) i карданний вал 4. Управлiння ПВП електропневматичне.

Включення приводу пожежного насоса здiйснюється з пульта управлiння з насосного вiдсiку.

Вiдбiр потужностi здiйснюється тiльки при зупиненiй автоцистерни.

Шестернi i пiдшипники пристрою вiдбору потужностi змащуються розбризкуванням трансмiсiйної оливи, що знаходиться в картерi розподiльної коробки шасі автомобiля.

Улаштування i робота ПВП приведенi в експлуатацiйнiй документацiї на шасі автомобiля МАЗ.

Улаштування i робота редуктора 442А-15-50-00 приведена в експлуатацiйнiй документацiї, даного редуктора.

Насос ПН-60Б-Р-Р та редуктор 442А-15-50-00 для зменшення вібрацій установлені на антивібраційні гідроопори та опори, відповідно.

1.1.7 Гідропривід лебідки

Гідропривід (рисунок 7) подачі оливи на лебідку виконано по відкритій одно насосній схемі з фільтрацією зливного потоку оливи.

Привод гідронасоса 6 (OMFB NPH-90) подачі оливи на лебідку 1 відбувається від пристрою відбору потужності що встановлена на коробці зміни передач шасі автомобіля МАЗ-530905. Гідропривід складається з бачка 2 для оливи, яка поступає через кульовий кран 4 до маслonaсоса 6, а від нього через гідророзподільник 5 до гідромотора лебідки 1.

Обслуговування лебідки та монтажні схеми гідропривода приведені в експлуатаційній документації на лебідку Runva HWP20000Y2D.

Управління зчепленням лебідки-електропневматичне (рисунок 16) і виконується клавішею 8 з панелі приладів кабіни. Швидкість намотування / розмотування тросу має три положення: «вільний хід», «максимальні» та «мінімальні» оберти барабана лебідки.

Для включення лебідки необхідно:

– зупинити автомобіль, поставити його на стоянкове гальмо і встановити упорні колодки під передні колеса;

– відкрити кульовий кран 4 подачі оливи з бачка 2 в насос 6;

– включити ПВП приводу гідронасоса 6.

Включення ПВП для приводу лебідки виконувати тільки на повністю зупиненій автоцистерні в такому порядку:

1. Зупинити автомобіль.

2. Вимкнути зчеплення (вижати педаль).

3. Натиснути (утопити) рукоятку перемикача включення ПВП вниз і, утримуючи її в цьому положенні, повернути за годинниковою стрілкою (вправо) до фіксованого положення «Оп».

При включенні ПВП спалахує підсвічування перемикача і контрольний індикатор.

4. Плавно відпустити педаль зчеплення. Обороти двигуна підтримувати в межах 1000 хв.¹.

Вимкнення ПВП проводиться в зворотному порядку, при цьому повинно згаснути підсвічування перемикача і згаснути контрольний індикатор.

– увімкнути клавішу 8 управління зчепленням в положенні «вільний хід»;

– оператору, підтримуючи гак троса лебідки, розмотати трос лебідки;

– після виконання робіт по приєднанню гака до поліспасти переключити клавішу управління зчепленням в положення «мінімальні» або в положення «максимальні» і

натиснути клавішу "намотування тросу" на виносному пульті управління лебідкою або з панелі в кабіні;

– після закінчення робіт по витягуванню автомобіля або інших об'єктів необхідно звільнити гак, очистити його і трос від бруду, змотати трос лебідки натискаючи клавішу «намотування тросу» та встановити клавішу управління зчепленням у положенні «вільний хід», закріпити гак.

1.1.8 Встановлення цистерни

За кабіною шасі автомобіля, всередині кузова, встановлюється цистерна 1 на підлогу кузова і кріпиться стяжними поясами 2 (вантажними ременями за допомогою тріскачок). Додатково по периметру днища прикріплена за допомогою болтових з'єднань.

Цистерна – це цільна однооб'ємна ємність з вбудованим пінобаком 2.

Конструкція її стільникового типу, виготовлена з поліпропіленових листів

Обслуговування лебідки та монтажні схеми гідропривода приведені в експлуатаційній документації на лебідку Runva HWP20000Y2D.

Управління зчепленням лебідки-електропневматичне і виконується клавішею 8 з панелі приладів кабіни. Швидкість намотування / розмотування тросу має три положення: «вільний хід», «максимальні» та «мінімальні» оберти

барабана лебідки.

Для включення лебідки необхідно:

- зупинити автомобіль, поставити його на стоянкове гальмо і встановити упорні колодки під передні колеса;
- відкрити кульовий кран 4 подачі оливи з бачка 2 в насос 6;
- включити ПВП приводу гідронасоса 6.

Включення ПВП для приводу лебідки виконувати тільки на повністю зупиненій автоцистерні в такому порядку:

1. Зупинити автомобіль.
2. Вимкнути зчеплення (вижати педаль).
3. Натиснути (утопити) рукоятку перемикача включення ПВП вниз і, утримуючи її в цьому положенні, повернути за годинниковою стрілкою (вправо) до фіксованого положення «Оп».

При включенні ПВП спалахує підсвічування перемикача і контрольний індикатор.

4. Плавно відпустити педаль зчеплення. Обороти двигуна підтримувати в межах 1000 хв.

Вимкнення ПВП проводиться в зворотному порядку, при цьому повинно згаснути підсвічування перемикача і згаснути контрольний індикатор.

- включити клавішу 8 управління зчепленням в положення «вільний хід»;
- оператору, підтримуючи гак троса лебідки, розмотати

трос лебідки;

- після виконання робіт по приєднанню гака до поліспасти переключити клавішу управління зчепленням в положення «мінімальні» або в положення «максимальні» і натиснути клавішу «намотування тросу» на виносному пульті управління лебідкою або з панелі в кабіні;

- після закінчення робіт по витягуванню автомобіля або інших об'єктів необхідно звільнити гак, очистити його і трос від бруду, змотати трос лебідки натискаючи клавішу «намотування тросу» та встановити клавішу управління зчепленням в положення «вільний хід», закріпити гак.

1.1.9 Комунікації водопійні

Комунікації водопійні слугують для:

- забирання насосом води з цистерни, стороннього резервуара, відкритого водоймища або гідранта;

- розподілу і регулювання подачі в напірні рукавні лінії;

- подачу води або розчину піноутворювача на лафетний ствол;

- наповнення власної цистерни;

- забирання піноутворювача з пінобака або сторонньої ємності і подачі його в насос.

За функціональною ознакою комунікації діляться на три частини:

- 1) всмоктування води;
- 2) забирання піноутворювача;
- 3) подача рідини споживачам;
- 4) подача рідини на лафетний ствол.

Комунікації всмоктування складаються з всмоктуючого патрубку 4 і трубопроводу 3 що йде від цистерни до насосу. Всмоктувальний патрубок служить для приєднання всмоктувального рукава при забиранні води з відкритої водойми або для приєднання водозбірника при роботі від гідранта.

Засувка дискова з пневмоприводом 2 слугує для перекриття лінії з цистерни в насос. Засувка обладнана ручним керуванням яке може використовуватись у випадку відмови пневмоприводу (або відсутності повітря в пневмосистемі шасі автомобіля).

Комунікації забору піноутворювача складаються з трубопроводу 11 та кульовим крана 12 з пневмоприводом, що йдуть від пінобака до дозатора насоса і відгалуження з краном кульовим для забору піноутворювача від сторонньої ємності. Відгалуження закрито головкою-заглушкою.

При забиранні піноутворювача з сторонньої ємності кульовий кран 12 повинен бути закритий, а кульовий кран відгалудження відкритий

Комунікації подачі рідини (нагнітання) складаються з напірних трубопроводів 1, 7 (рисунок 12), напірної лінії

насоса 9 в цистерну. Запірна арматура цих напірних трубопроводів з ручним приводом.

Для наповнення цистерни водою від водопровідної мережі є лінія 6 з краном Dn50.

Лінія подачі до лафетного ствола 8 наповнюється пневмовентилем 5 з гідро-сповільнювачем 10.

Лінія наповнення цистерни 6 і напірні трубопроводи 1, 7 а також всмоктувальний патрубок насоса 4 закриті головками-заглушками.

Пневмовентиль Dn80 складається з маховика 1 (рисунок 12.2), шпинделя 2, пружини 3, кришки 4, гайки 5, циліндра 6, кілець 7, 10, 11, поршня 8, проставки 9, штока 12, клапана 13, установлених в корпусі колектора насоса. Він виконаний нормально закритим. В закритому положенні його утримує пружина 3, откривається пневмовентиль дистанційно з допомогою стисненого вповітря або вручну обертанням маховика 1 проти годинникової стрілки.

Захист насоса від гідравлічного удару, виникнення якого можливе при різкому відкриванні пневмовентиля, в момент подачі рідини на лафетний ствол виключається використанням пневмогідравлічного приводу (рисунок 12.1) пневмовентиля Dn80.

Пневмогідравлічний привід складається з гідросповільнювача 1 і трубопроводів 2 і 3. Гідросповільнювач показано на рисунку 12.3, який

складається з клапана зворотньо-дроселюючого 2 і бачка для оливи 6. Гідросповільнювач закріплюється до даху насосного відсіку. Клапан 2 включає золотник 4 та пружину 5, встановлені і корпусі. Золотник 4 має осьовий отвір. Бачок для оливи складається з корпуса (труби), в якому встановлено сповільнювач 8, зливна пробка 1 та щуп 7.

Пневмогідравлічний привід працює наступним чином (рисунок 12.3): по трубопроводу 3 в бачок надходить з пневмо мережі стиснене повітря яке тисне на оливу, залиту в бачку (до верхньої риски щупа, олива ВМГ ТУЗ 8-101-479-74 або олива АМГ-10 ГОСТ 6794-75), олива під тиском надходить в гідросповільнювач 2, при цьому золотник 4 під дією струменя оливи відходить від сідла і відкриває шляхоливи. На оливу в циліндрі 4 (рисунок 12.1) пневмовентиля постійно тисне, через поршень пружина, а також зусилля від струменя води, обмиваючого золотник вентиля.

Під дією цих сил поршень буде витискувати із циліндра оливу, якщо випустити повітря з бачка. Але оскільки після закінчення перетікання з бачка в кінці ходу поршня золотник 4 (рисунок 12.3) під дією пружини 5 перекриє прохід, **ТО ОЛИВЕ** будет повільно протікати через отвір в золотнику. Завдяки цьому вентиль буде закриватися плавно і гідроудар не виникатиме.

1.1.10 Установлення ствола лафетного

На даху в задній частині кузова встановлений лафетний ствол Protek Style 622 з насадком Protek Style 822 (рисунок 13). Установлення ствола лафетного скла дається з самого ствола 1, подовжувана стояка 2, башти ствола 3, патрубків 7 з гумовим демпфером 6.

Лафетний ствол 1 має насадок Protek Style 822 для подачі води суцільного ■ распиленого струменя чи повітряно-механічної піни.

Управління подачею води або піни виконується пневмовентилем Dn80 з нашого відсіку. Управління частотою обертання вала насоса (подачей) виконується ханізмом управління також з насосного відсіку.

В зимовий час після закінчення роботи лафетним стволом необхідно злити лу з трубопроводу, відкривши зливний краник насоса та зливний кран з вентиля **a70**.

Після зливання води закрити пневмовентиль подачі води на лафетний ствол півний краник насоса та зливний кран з вентиля Dn70.

Устрій і робота ствола Protek Style 622 та насадка Protek Style 822 викладені відповідних паспортах на них.

1.1.12 Освітлювальна щогла

Освітлювальна щогла Fireco Standard CS.3435.T1 (рисунок 18) встановлена в передній частині з лівої сторони кузова і слугує для освітлення місця роботи в нічний час.

Живлення напругою 220 В щогли відбувається після підключення до електрогенератора 1 (Dalgakiran DJ 5500DG-E) який при потребі можна висувати з ніші або знімати повністю. Для включення щогли оператору (з відповідним допуском до електроустановок) необхідно:

- натиснути клавiшу замка 4 полиці 2 висунути електрогенератор з ніші, запустити двигун та прогріти його згідно настанови щодо експлуатування;

- встановити заземлення та підключити його до електрогенератора;

- включити подачу стисненого повітря 3 до пульта управління 4 щоглою;

- перевірити установлення необхідного тиску повітря по покажчику на пульті управління 4;

- обертаючи маховичок 9 повороту щогли з землі, встановити необхідний горизонтальний кут та зафіксувати стопором 11;

- повертаючи з даху балку прожекторів з диском фіксатора 4 встановити вертикальний кут нахилу та застопорити фіксатором 3;

- підключити вилку кабелю 4 до розетки живлення на електрогенераторі, при цьому відбувається включення прожекторів щогли і електрогенератор автоматично підтримує частоту 50 Гц та напругу 220 В;

- підняти щоглу джойстиком на пульті до необхідної

висоти;

Устрій та обслуговування щогли згідно настанови щодо експлуатування.

Склад насоса і комплектність постачання

Склад насоса

Насос постачається зібраним з колектором, дозатором піноутворювача, вакуумним насосом НВЕ-24 та панеллю (щитом) управління.

Комплект постачання

Комплект постачання насоса наданий у таблиці 3.

Інструментом та пристроями насос не комплектується.

На насосі встановлено щит управління, насос вакуумний НВЕ-24, електрообладнання (датчик води, датчик тахометра, контролер управління вакуумного насосу), манометр, мановакуумметр, всмоктувальний патрубок.

Таблиця 3. Комплектність

<i>Познака</i>	<i>Назва</i>	<i>Кількість, шт.</i>	<i>Габаритні розміри, мм</i>	<i>Маса, кг</i>	<i>Заводський №</i>	<i>Примітки</i>
60Б-00-00-00	Насос пожежний ПН-60Б-Р-Р	1	П00х 920х 1020	160		
60Б-00.02-00- 00ПС	Паспорт	1	-	-	-	

Продовження таблиці 3

НВЕ24-00-00ПС	Насос вакуумний з електроприводом	1	-	-		
	Комплект запасних частин	1	-	-	-	Див. табл. 4

Таблиця 4. Відомість запасних частин

Познака	Назва	Де використовується	Кількість, шт.	Примітки
1.1-50x70-2	Манжета	Насос пожежний	4	1.2-50x70-2

Влаштування і принцип роботи насоса

Насос пожежний складається з власне насоса 1 (рис. 1), напірного колектора 9, дозатора піноутворювача 2, панелі управління 3. На насосі закріплена маркувальна пластинка.

Напірний колектор 9 встановлений на фланці напірного патрубку насоса 1.

Фланцеве з'єднання колектора і дозатора піноутворювача ущільнено гумовими прокладками та кільцями круглого перерізу.

По краях колектора 9 насоса передбачені патрубки на яких закріплені напірні ручні вентиля Ду70, а в середині розміщено пневмовентиль Ду80 подачі води на лафетний ствол і зверху вентиль Ду70 для наповнення ємності.

Дозатор піноутворювача 2 жорстко закріплений на колекторі і з осьовою розв'язкою біля кришки насоса (вид Г, рис. 2). Щільність з'єднання на колекторі забезпечується прокладкою, а на кришці насоса гумовим кільцем, фланцем з прокладкою.

Власне насос (рис. 3) складається з корпусу 15, кришки 10, вала 19, колеса робочого 13, підшипника 7, стакана ущільнювального 17, шланга для мастила 8.

Вал 19 встановлений на шарикопідшипниках 5 і 7.

На передньому кінці валу консольно розміщено робоче колесо 13, кріплення якого забезпечено двома шпонками і притиснута гайкою з стопорною шайбою.

Кришка 10 кріпиться до корпусу 15 насоса з допомогою шпильок з гайками та шайбами і ущільнена гумовим кільцем 12.

Напірна порожнина насоса ущільнена змінними кільцями, запресованими в корпус 15, кришку 10, а вал - чотирма гумовими манжетами, встановленими в стакан ущільнювальний 17. Стакан 17 ущільнений з боку колеса робочого 13 прокладкою, а з боку підшипника 7 - гумовим кільцем, і кріпиться до корпусу насоса гвинтами, законтреними дротом. В фланці ущільнювального стакана передбачено два отвори з нарізями для його демонтажу. Мащення манжет ущільнювального стакана 17 виконується по шлангу 8.

Для зливу води з внутрішніх порожнин насоса служить кран зливний 14, а для зливу витікань через манжети стакану ущільнювального 17 дренажний отвір в корпусі насоса.

Порожнина в корпусі насоса між стаканом ущільнювальним 17 і кришкою задньою 4 слугує мастильною ванною для мащення підшипників.

Для вирівнювання тиску в масляній ванні з атмосферним слугує сапун, виконаний в щупі 6.

Дозатор пінозмішувача (рис. 4) служить для дозування і подачі піноутворювача в насос.

Дозатор пінозмішувача складається з корпуса дозатора 1, сопла 2, патрубків 4 і 8, корпуса кульового крана 5, кулі 6 з штоком 11, затисненого гайкою 13, і ручки 10, а також клапана 18.

В корпусі дозатора 1 вмонтована шайба з вікнами 15, зафіксована збоку гвинтом 14, шайба-дозуюча(поворотна) 16, затиснена пружиною 17, яка розміщена між втулкою 19 і зафіксована двома напівкільцями 21, шток 23, кришка 25 і ручка 22.

Ущільнення штока 23, кришки 25 і фланців між корпусом дозатора 1 і патрубком 4 здійснюється гумовими кільцями 3, 20, 24.

На торці кришки 25 нанесена шкала від «1» до «7». Цифри на шкалі позначають умовну кількість піногенераторів ГПС-600 що можуть одночасно працювати

від насос

Дозування піноутворювача здійснюється поворотом ручки 22 до встановлення стрілки на відповідну позначку шкали 26 на кришці 25.

Для включення дозатора слід повернути ручку кульового крана на себе. Вода з колектора насоса подається з великою швидкістю в сопло 2 і далі в дифузор корпусу 1, при цьому, в порожнині навкруги сопла утворюється розрідження яке підсмоктує піноутворювач.

В дифузорі піноутворювач змішується з водою, потім рухається у всмоктувальну порожнину насоса і далі через напірну частину насосу і колектор в вигляді розчину подається до піногенераторів або повітро-пінних стволів .

Зворотний клапан 18 запобігає проникненню води в емність з піноутворювачем при роботі насоса з підпором.

Під час роботи дозатора піноутворювача тиск на виході з насоса повинен бути не менше 0,8 МПа (8,0 бар), а тиск на вході в насос не більше 0,25 МПа (2,5 бар).

Електрообладнання допоміжне забезпечує: роботу і дистанційне управління приводом вакуумного насоса а також контроль обертів і час напрацювання насоса.

Розміщення і склад допоміжного електрообладнання наведено на рис .7.

Насос вакуумний НВЕ-24 поз. 1 (рис. 2) встановлений позаду насоса і служить для заповнення насоса водою.

Улаштування, принцип роботи, ТО згідно його паспорта.

Панель управління поз. 3 (рис. 1) встановлена на насосі слугує для управління і контролю параметрів насоса, яка об'єднана з вимикачами та показчиком рівня вогнегасних рідин для роботи пожежного автомобіля.

Тахометр електронний Б-ТМ-НП1408-Н4-2М поз. 3 (рис. 8) встановлено на панелі і служить для контролю обертів вала та часу напрацювання насоса. Улаштування, принцип роботи і ТО згідно його настанови з експлуатування.

Контролер управління вакуумним насосом РЛ Б-РЛ-ЗСК-ЭЗД-ДУ-Н2 поз. 4 (рис. 8) встановлений на панелі і слугує для управління вакуумним насосом. Улаштування, принцип роботи і ТО згідно його настанови з експлуатування.

Датчик тахометра 191.3847 поз. 6 (рис. 8) встановлений над привідним фланцем насосу і слугує для визначення кількості обертів валу насосу. Улаштування, принцип роботи і ТО згідно його паспорта. При підготуванні до роботи і під час роботи насоса необхідно дотримуватися застережень, вказаних в експлуатаційній документації виробу, на котрому він встановлений.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ КОМПЛЕКТУВАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Розв'язання задачі комплектування аварійно-рятувальної техніки (АРТ) є однієї із необхідних складових інтелектуалізації технологій гарантування безпечного середовища проживання людини. Сучасний світ динамічно розвивається і атрибутами цього розвитку, зокрема, в Україні, ще донедавна був домінуючий ріст металургійної, хімічної та енергетичної галузей. І сьогодні вплив цих галузей на економіку залишається визначальним. Його наслідком є виклики та загрози, пов'язані із небезпекою техногенних та екологічних катастроф, причинами яких є зношеність обладнання, прагнення власників до збільшення норми прибутку, кадровий, фінансовий та ресурсний дефіцит.

В останні роки технології проведення аварійно-рятувальних робіт в Україні визначаються такими факторами: створенням єдиної служби для організації та проведення аварійно-рятувальних заходів різної направленості; уніфікацією надання форм допомоги населенню при аваріях, катастрофах та пожежах; орієнтацією на закордонні форми організації та проведення рятувальних заходів; потенційною інтеграцією окремих служб (101, 102, 103 та 104).

Дефіцит фінансових та матеріальних ресурсів є причиною недостатньої кількості носіїв аварійно-рятувального обладнання (АРО). На сьогодні, це найчастіше спеціальні та пожежні автомобілі. Обмеженість площі та просторові обмеження для розміщення обладнання на автомобілі, багатofункціональність і зростаюча номенклатура сучасних пристроїв та засобів для проведення аварійно-рятувальних робіт зумовлюють необхідність вибору оптимального або прийняттого комплекту як розв'язку відповідної оптимізаційної задачі або задачі прийняття рішень.

Актуальність задачі комплектування аварійно-рятувальної техніки викликана ростом кількості ситуацій, при яких необхідним є її використання, причому номенклатура необхідних засобів є досить великою. На практиці рішення про варіант комплектації приймається відповідальною особою, виходячи із власного досвіду, що при необхідності виконання аварійно-рятувальних дій досить часто призводить до відсутності необхідного інструментарію взагалі, або до неможливості виконання завдання у повному обсязі.

Для раціоналізації процесу комплектування необхідно сформулювати множину критеріїв і визначити інтегральний критерій, за значенням якого можна буде встановити переваги на множині варіантів.

Задача оптимізації процесу комплектування аварійно-рятувальної техніки та визначення її оптимального комплекту для конкретного носія розглядалась в роботах [91, 95]. Оскільки проблема комплектування аварійно-рятувальної техніки є важкоформалізованою та слабо структурованою, то її вирішення вимагає системного підходу. При цьому значна роль відведена існуючим практикам і технікам вирішення такої проблеми, їх систематизації, виділенні їх особливостей, переваг, недоліків та наступному моделюванні, ідентифікації невідомих залежностей та їх оптимізації.

Таким чином, головною складовою процесу комплектування є встановлення (ідентифікація) залежності

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_m), \quad (1.1)$$

де Y – варіант комплектування, $X_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ – фактори впливу внутрішнього розвитку нештатної ситуації, $Z_i, i \in \{1, 2, \dots, m\}$ – зовнішні фактори. Ідентифікація залежності (1.1) пов'язана з необхідністю дослідження статистичної інформації. У багатьох випадках такої інформації не існує, оскільки майже кожен промислову аварію відзначають особливості, які не мали аналогів раніше. Саме тому, одним із способів обійти цю проблему є визначення критеріїв включення окремих елементних рішень у комплектацію техніки. На першому етапі такі критерії потрібно

формалізувати. Зауважимо, що при їх встановленні враховується кількість аварій, на яких були використані однотипні елементні рішення; потужність та досягнутий позитивний ефект, виражений в одиницях обсягу виконаної роботи; негативний ефект, який одержано в результаті невикористання елементного рішення і виражений в одиницях одержаних збитків; можливість встановлення елементного рішення на аварійно-рятувальну техніку вказаного типу.

Разом із тим є значна кількість надзвичайних ситуацій, які можна вважати типовими, зокрема: дорожньо-транспортні пригоди, пожежі у багатоквартирних будинках, повені, пожежі у будинках приватного сектору тощо. Статистика таких пожеж є достатньою для аналізу актуальності того чи іншого компонуального рішення та прогнозування його використання у майбутньому. Визначення критеріїв, що вказуватимуть на ті чи інші переваги комплектів аварійно-рятувальної техніки, дозволить оптимізувати процес її комплектування з огляду на економічні, технологічні, технічні та інші фактори.

Структурно-логічна схема дослідження представлена на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Структурно-логічна схема дослідження

Продовження

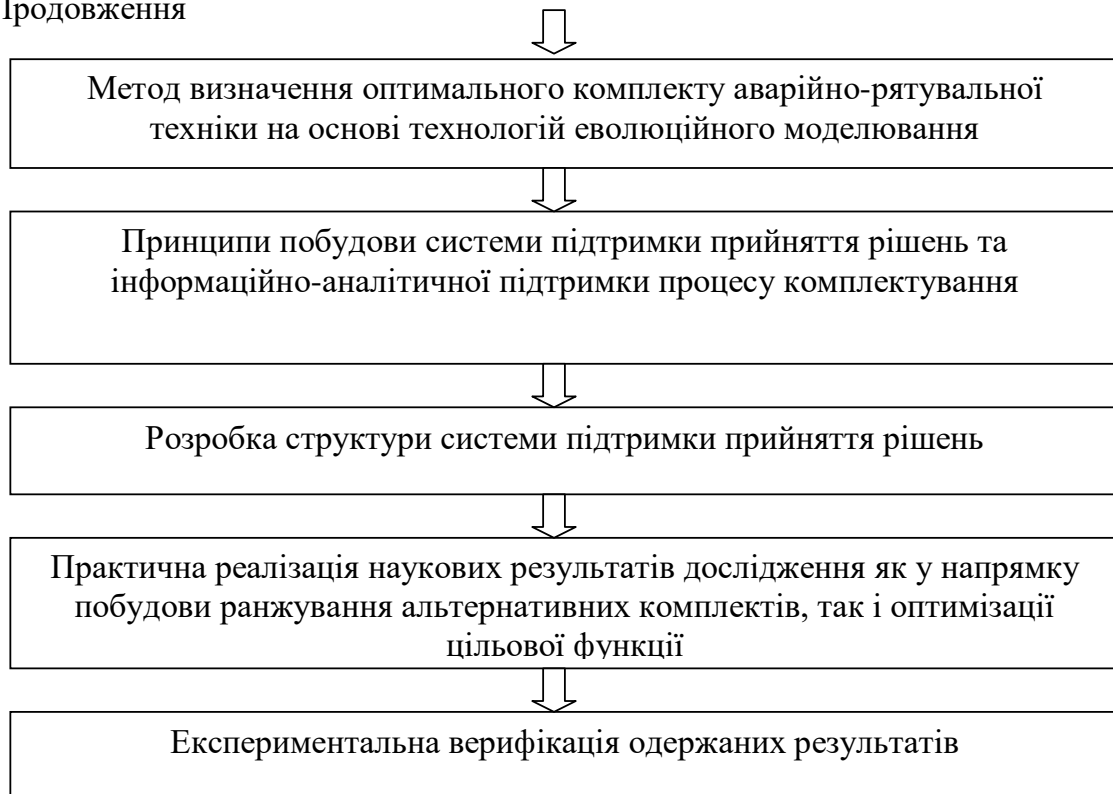


Рис. 1.1. Структурно-логічна схема дослідження

Досягнення мети дослідження супроводжується побудовою рівнів системної моделі, де на першому рівні визначаються цілі, яких необхідно досягнути, далі будується відображення із множини цілей на множину задач. Цілі є представленням бажаного або супутнього результату, задачі мають вербальну постановку із вказівкою ресурсних обмежень. Досягнення кожної цілі можливе при розв'язанні множини задач, як правило, на множині задач визначена певна структура, що має характер «І-Або» графа. Для того щоб задачі можна було розв'язати, здійснюється їх формалізація у вигляді моделей. Кожна із моделей належить

до певного класу та може бути опрацьованою певним методом. Сукупність методів становить третій рівень системної моделі. Реалізація кожного методу, як правило, здійснюється з використанням комп'ютерної техніки, тому методи модифікуються до певної сукупності кроків та правил (алгоритмів). Алгоритми виконуються з використанням інструментальних засобів, загального чи спеціального спрямування. Формування системної моделі є одним із етапів системного підходу та дозволяє структурувати процес дослідження.

Варто зауважити, що задача ідентифікації (1.1) є складною, дороговартісною та у переважній кількості випадків є надлишковою задачею дискретної багатокритеріальної комбінаторної оптимізації. Вона може бути зведеною до іншої задачі однокритеріальної оптимізації, де не буде потрібно визначати цільову функцію за усіма можливими варіантами комплектації.

Дане дослідження виконане за методологіями системного аналізу та системного підходу. Як відомо, системний підхід – науково-практична методологія вирішення складних проблем, в основі якої лежить реалізація трьох аспектів: систематизації, формалізації та цілеорієнтації [35; 47; 51–58]. Згідно принципу систематизації виконано аналіз проблеми комплектування аварійно-рятувальної техніки, вказано на її вплив на суспільство та економіку.

Показано, що дана проблема має багато спільного із відомими задачами дискретної оптимізації, зокрема, задачею про упаковку. Показані спільні та відмінні характеристики цих задач і методів їх розв'язання. Наявність багатьох критеріїв, за якими оцінюються комплекти техніки, а також присутність суб'єктивізму у декількох з них визначає особливості комплектування.

Проведений аналіз дозволяє встановити фактори, які є визначальними при комплектуванні аварійно-рятувальної техніки. Їх можна виокремити у дві групи: фактори, які визначаються особливостями елементів техніки та процесів прийняття рішень та фактори, які визначаються зовнішнім по відношенню до аварійно-рятувальних служб, середовищем. Така класифікація дозволяє формалізувати задачу комплектування аварійно-рятувальної техніки та будувати цільову функцію задачі. У залежності від деталізації та бажаної точності може бути врахованою різна кількість факторів. Менша їх кількість дозволяє аналізувати меншу кількість інформації, більша – більшу, але внаслідок такого явища як «прокляття розмірності» враховується і більша кількість шумів.

Висновки. Встановлено, що комплектування аварійно-рятувальної техніки можна віднести до задач багатокритеріальної оптимізації, які розв'язуються в умовах

фінансового та ресурсного дефіциту. Головними наслідками, до яких приведе її розв'язання, є:

- забезпечення ефективного і повного проведення комплексу аварійно-рятувальних робіт на обмеженій території, який полягає у забезпеченні безпеки людей, ліквідації наслідків аварій та мінімізації матеріальних збитків;
- забезпечення прийнятних компонувальних рішень, оскільки перелік обладнання для виконання аварійно-рятувальних робіт є достатньо великим і значна кількість елементів є взаємно-замінними.

Проаналізовано ідеї, принципи, моделі, методи та інструментальні засоби, які використовуються чи могли б використовуватись для формування оптимальних комплектів аварійно-рятувального обладнання. Показано, що дана задача має багато спільного з відомими задачами упаковки в контейнери, задачі про ранець та іншими. Головною відмінністю є те, що задача комплектування аварійно-рятувальної техніки є важкоформалізованою та слабо структурованою, в ній присутні як кількісні, так і якісні показники та критерії, а також обмеження на габаритні розміри як носія, так і елементів обладнання.

Вказано на те, що дана дисертація є логічним продовженням циклу робіт із інформаційно-аналітичного супроводу процесів прийняття рішень при надзвичайних

ситуаціях, аваріях, катастрофах та пожежах, які виконувались в Черкаському інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України. Особливостями результатів, які планується одержати, має стати регіональна орієнтованість аварійно-рятувальної техніки. Саме комплектування такої техніки, виходячи із особливостей клімату, рельєфу, природного та техногенного навантаження, а також соціального зрізу населення мають стати визначальними факторами вибору тих чи інших елементів обладнання.

Наведено постановку задачі дослідження, побудовано та визначено особливості структурно-логічної схеми дослідження, згідно якої представлені одержані результати.

РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО КОМПЛЕКТУВАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Розглянута задача комплектування аварійно-рятувальної техніки є складною багатокритеріальною задачею. Її складність залежить від якості елементів АРТ і носіїв, на які вони будуть встановлені. Нові зразки техніки, їх еволюція вказують на необхідність пошуку оптимального розв'язку задачі КАРТ. Технологія, яка пропонується, базується на елементах трьох складових: багатокритеріальної оптимізації, послідовного аналізу варіантів, еволюційного моделювання і об'єднує в собі їх переваги.

Перспективним є композиційне використання еволюційного моделювання та послідовного аналізу варіантів. Визначення порядку такого використання, оптимізація параметрів, дослідження точності становить самостійну актуальну наукову задачу. Автором проводяться експерименти з розробки швидкодіючих алгоритмів на основі запропонованого підходу. Крім того, оскільки більшість елементів АРТ мають багатоцільове призначення, різні аварійно-рятувальні задачі з їх допомогою можуть вирішуватися з різною ефективністю то завдання комплектування з урахуванням цього чинника вимагає застосування методів теорії нечітких множин.

У [50; 51; 58] запропоновано використання еволюційного моделювання для знаходження оптимального варіанта комплектування АРТ, оскільки цільова функція є поліекстремальною, негладкою залежністю. Але процес пошуку розв'язку задачі наштовхується на необхідність визначення компромісу або пріоритетів між цільовою функцією та обмеженнями. Розглянемо еволюційний метод, що дозволяє уникнути такої проблеми й базується на застосуванні принципу домінування і елементів генетичного алгоритму.

Процеси прийняття рішень керівниками підрозділів Державної служби з надзвичайних ситуацій України є багатоетапними, ієрархічними, суб'єктивізованими. Вони здійснюються на основі інформації як кількісного, так і якісного характеру. Найчастіше відповідні рішення є надто персоніфікованими, зміщеними і вимагають коригування та уточнення. Особливо важливими є наслідки таких рішень, оскільки найменші помилки та прорахунки є причинами людських жертв та матеріальних збитків.

Об'єктивізація відповідних процесів може бути здійсненою шляхом застосування двох підходів: побудова моделей прийняття рішень виключно на основі реальних даних та застосування інформаційно-аналітичних систем чи систем підтримки прийняття рішень, що дозволить відсторонити від суб'єктивного впливу зацікавлених осіб.

Важливо зауважити, що вони відбуваються ще і в умовах матеріального та фінансового дефіциту.

Типовим представником таких процесів є комплектування АРТ. Наголосимо, що обмеженість носія, його призначення та різноманітність сучасних елементів аварійно-рятувального обладнання [42, 43] є причинами необхідності об'єктивізації та автоматизації процесів підтримки прийняття рішень [68; 74]. Далі розглянемо аспекти побудови відповідних автоматизованих систем, можливі їх структури, елементну базу та принципи функціонування та застосування. У процесах створення таких систем важливо не забувати про їх життєвий цикл, передбачивши ефективні процедури на етапах наукових досліджень, проектування, розробки, функціонування та модернізації або ліквідації. Наявність протиріч між замовником та розробником, а також реалізації вказаних процесів в умовах різноманітного ресурсного та фінансового дефіциту, обов'язково приведуть до необхідності розв'язання прикладних оптимізаційних задач підвищеної складності, розробки відповідних методів та їх алгоритмізації.

3.1. Принципи інформаційно-аналітичної підтримки процесу комплектування аварійно-рятувальної техніки

Відомо, що задача комплектування аварійно-рятувальної техніки є складною багатокритеріальною задачею. Головними критеріями, які використовуються при її розв'язанні, є функціональність, потужність, надійність, актуальність (значущість) та ціна. Важливу роль відіграють також габаритні розміри АРТ.

Процес розв'язання задачі її комплектування базується на основі використання інформаційної бази (ІБ). Оскільки постійно з'являються нові зразки АРТ та носіїв, на які вона встановлюється, то необхідно враховувати фактор динамічності ІБ. Крім того, розробка відповідних баз даних та знань, систем підтримки прийняття рішень в цілому повинна базуватись на таких принципах:

- системності, що передбачає впорядкування номенклатури АРТ за певним переліком типів та іншими критеріями;
- мобільності, в якому відображено можливість встановлення АТР на різні види носіїв;
- відкритості, що дозволить здійснювати корекцію ІБ у залежності від необхідності, а також додавати чи вилучати дані про певні типи АРТ;

- інформаційної єдності, що визначає єдиний формат представлення даних для різних варіантів техніки.

Реалізація вказаних принципів дозволить сформувати ІБ та запропонувати його структуру у вигляді кортежу таких елементів:

$$IA = \langle N, ID, A, B, C, S, R, P, Z, t \rangle,$$

де N – номер виробу, ID – його назва (ідентифікатор), A, B, C – габаритні розміри, S – тип аварійної ситуації, де використовується виріб (можливо, S є вектором, що пов'язано з багатofункціональністю окремих виробів), R – визначає рівень функціональності виробу (очевидно, що $R = R(S)$), P – потужність виробу (можливо враховувати різні одиниці потужності), Z – ціна виробу, t – час формування запису про виріб. Останній параметр потрібен для відстеження тенденцій про ціну АРТ. Зауважимо, що записи, про один вид техніки та його різні ціни в різні моменти часу повинні залишатись в ІБ. Розробка принципів ведення ІБ, а також його структури є необхідною умовою розв'язання задачі комплектування АРТ. Спрощена структура та частина інформаційної бази наведена у табл. Б.2 додатку Б.

Крім інформаційної підтримки процесів прийняття рішень важливою є і аналітична складова. Важливо розуміти всю важливість поставленої задачі, яка за змістом своїм є оптимізаційною задачею із значною присутністю

суб'єктивного фактору та залученням експертних висновків. Потрібно намагатись уникати суб'єктивізму у прийнятті рішень та використовувати об'єктивізовані дані статистичного характеру. Потрібно звичайно пам'ятати, що таке використання є аргументованим і адекватним при незмінності умов не лише їх аналізу, а і прогнозування на їх основі.

Потрібно досконало володіти методами інформаційного менеджменту, щоб мати можливість доступу до всього різноманіття даних та їх моделей, розрізняти та використовувати знання у вигляді семантичних мереж, фреймів, логічних та продукційних моделей [53], а у особливо суб'єктивізованих випадках вміти оперувати з цими моделями у нечіткому аспекті та розрізі.

При розробці систем підтримки прийняття рішень пропонуємо таку послідовність кроків:

Крок 1. З використанням факторного та кореляційно-регресійного аналізу [33] встановити найбільш значущі фактори, які якнайбільше впливають на результуючу характеристику (ендогенну характеристику, цільову функцію тощо).

Крок 2. З використанням сучасних методів чіткої [1; 9; 25; 27] та нечіткої кластеризації [22], можливо, ймовірнісної [7; 19], нейромережної [17] чи із залученням пірамідальних мереж [65] та залученням експертів [62, 66] здійснити

таксономію предметної області, виконавши її розбиття та об'єднавши в таксонах найбільш подібні елементи. Працюючи із подібними елементами ми уникаємо усереднення даних, що є критичним для нашої задачі, оскільки потрібно прагнути підкреслити функціонал саме кожної конкретної одиниці обладнання.

Крок 3. Використовуючи методи аналізу знань, групування, бінарних порівнянь, відновлення пропусків в даних, визначення «реперних» точок, де відбувається перехід кількості в якість, очистки даних здійснити приведення даних до виду, який дозволить провести їх всебічний аналіз та використати для розв'язання задач [18, 49, 50, 70]. При цьому використати всю потужність нечіткого представлення даних [11; 55; 69; 74] та технології їх обробки, можливість оптимізації поліекстремальних, негладких функцій, заданих таблично, аналітично чи алгоритмічно із налаштуванням параметрів, що дозволить розв'язувати задачі з потрібною точністю за потрібний час [37, 54, 63]. Важливо пам'ятати і про нейромережі як третього представника Soft Computing, оскільки вони можуть використовуватись для розв'язання всіх задач, які на даний час розв'язуються іншими методами [17; 34].

Крок 4. На четвертому кроці потрібно безпосередньо проектувати та програмувати логіку інтерфейсу, логіку даних та логіку доступу до бази даних [14, 18]. Тут інтегруються

знання теорії алгоритмів, методів та моделей інтелектуалізації систем підтримки прийняття рішень, теорії програмування та імпортування і експортування даних тощо. Релевантною задачею, яка розглядається в дисертації, є приведення багатокритеріальної задачі оптимізації до однокритеріальної та забезпечення мінімальної втрати інформативності даних, яка з'являється внаслідок звуження області дослідження. У деяких задачах також необхідно знаходити певні значення параметрів, що стосуються комплектів обладнання, виходячи із значень параметрів для конкретних елементів обладнання. Кваліфікація дослідника полягає у правильному виборі потрібних методів у відповідності до ситуації, яка має місце. Адже, відомо, що методи теорії прийняття рішень можуть приводити до різних результатів при розв'язанні однієї і тієї ж задачі. Причиною тут і є особливості зовнішнього середовища, можливість повторення дослідів, їх унікальність, наявність ймовірнісних характеристик тощо.

3.2. Розробка структури та визначення елементного базису системи підтримки прийняття рішень

Враховуючи вищевикладену інформацію, пропонуємо елементну базу та структуру системи підтримки прийняття рішень. Складовими частинами такої системи будуть:

- база даних обладнання (IB_EQUIT) (формується на основі даних та каталогів підприємств-виробників),
- базу даних його номінальних характеристик (IB_NOM): потужність, ціна та габарити (формується на основі об'єктивних даних),
- базу даних аварій, катастроф, пожеж (IB_EVI) тощо (формується на основі карток про пожежі та надзвичайні ситуації),
- база даних, в якій знаходяться результати опитування експертів про функціональність та надійність обладнання (IB_FUNCRELI) (формується на основі об'єктивних розрахунків та експертних висновків),
- обчислювальний модуль, в якому передбачена процедура для обчислення актуальності елементів аварійно-рятувального обладнання (CM_TOP),
- перший модуль для пошуку оптимального комплекту обладнання (CM_FUZZY). Цей модуль реалізує процедуру колективного упорядкування індивідуальних ранжувань різних комплектів обладнання. Як правило застосовується у випадку невеликої потужності наявних елементів обладнання у різних класах. В основі функціонування лежить апарат нечіткої логіки (FL) та метод аналізу ієрархій (HIP),
- другий модуль має у своєму складі два підмодулі, у першому з них шукаємо оптимум цільової функції з

використанням елементів генетичного алгоритму (OF_GA), у другому – з використанням елементів (OF_ES).

Крім основних обчислювальних складових СППР містить також модулі:

- введення-виведення інформації (IN_OUT),
- імпорту даних з документів у різних форматах та підготовки звітів (IMP_REP),
- виконання додаткових та допоміжних задач (ADD_TASK).

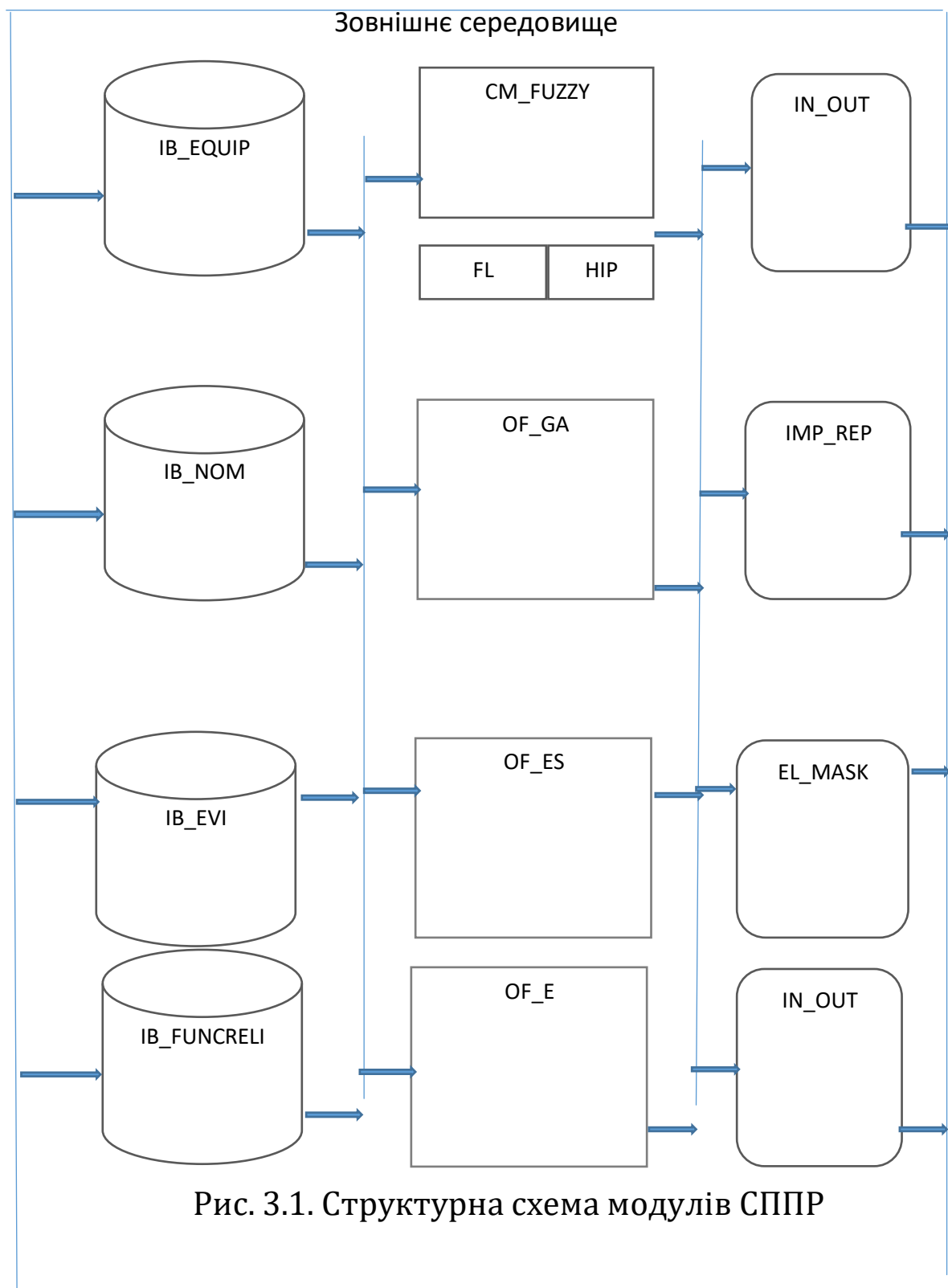
Системою також передбачається розрахунок цільової функції (OF_E) для варіантів комплектування, заданих експертами, та маскування непотрібних та директивно наявних елементів (EL_MASK).

Структурна схема СППР наведена на рис. 3.1.

3.3. Особливості практичної реалізації еволюційного методу комплектування аварійно-рятувальної техніки

Нехай необхідно вибрати один з шести варіантів комплектування АРТ, виходячи з міркувань шести експертів. На першому етапі здійснюємо попарне порівняння критеріальних функцій. Отримаємо такі матриці :

$$G_1 = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 7 \\ 0,14 & 1 & 1 & 5 \\ 0,2 & 1 & 1 & 7 \\ 0,14 & 0,2 & 0,14 & 1 \end{pmatrix}; G_2 = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 1 & 7 \\ 0,2 & 1 & 3 & 7 \\ 1 & 0,33 & 1 & 7 \\ 0,14 & 0,14 & 0,14 & 1 \end{pmatrix}; G_3 = \begin{pmatrix} 1 & 9 & 9 & 5 \\ 0,11 & 1 & 5 & 9 \\ 0,11 & 0,2 & 1 & 9 \\ 0,2 & 0,1 & 0,1 & 1 \end{pmatrix};$$



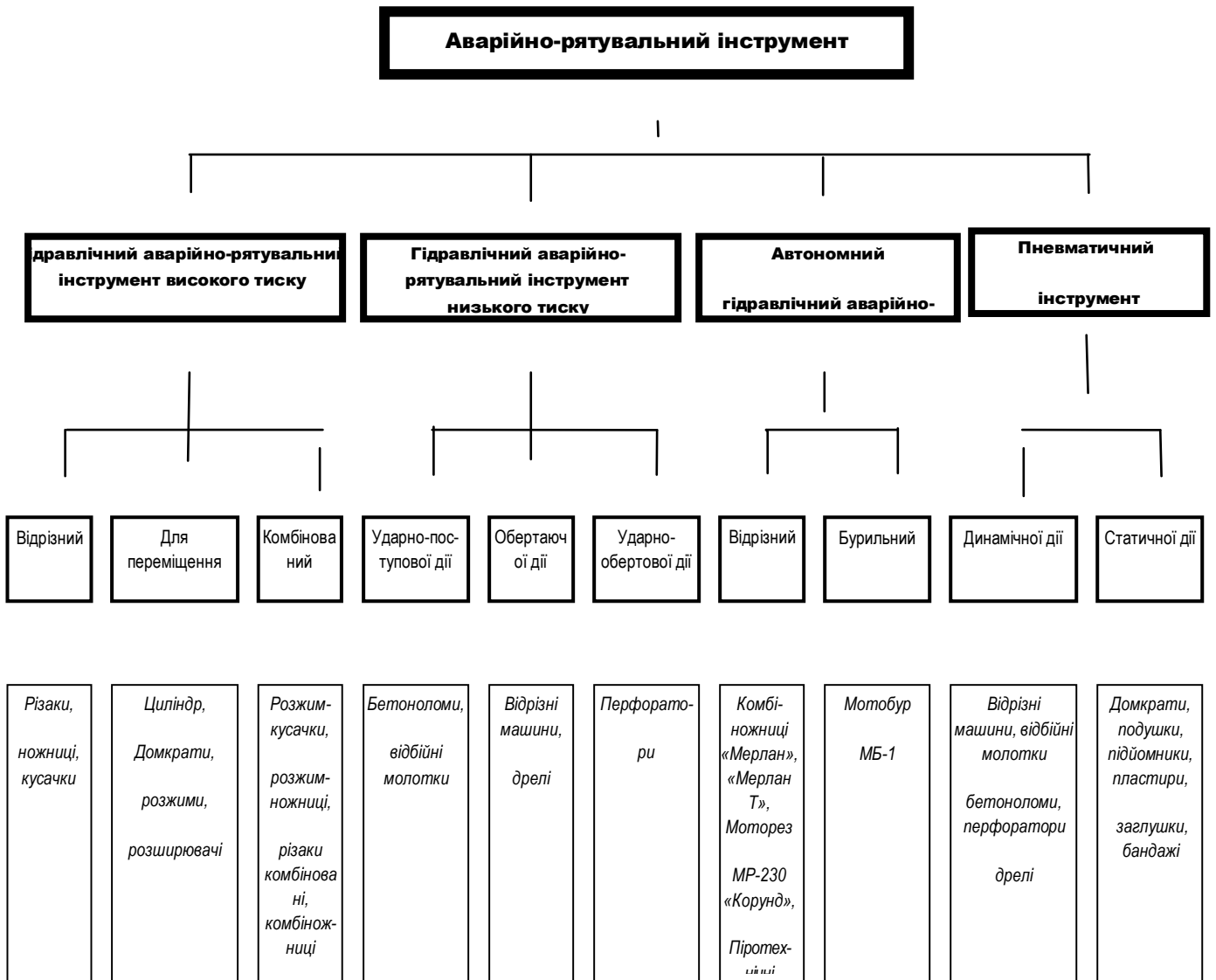


Рис. 3.2. Класифікація аварійно-рятувального інструмента за принципом дії

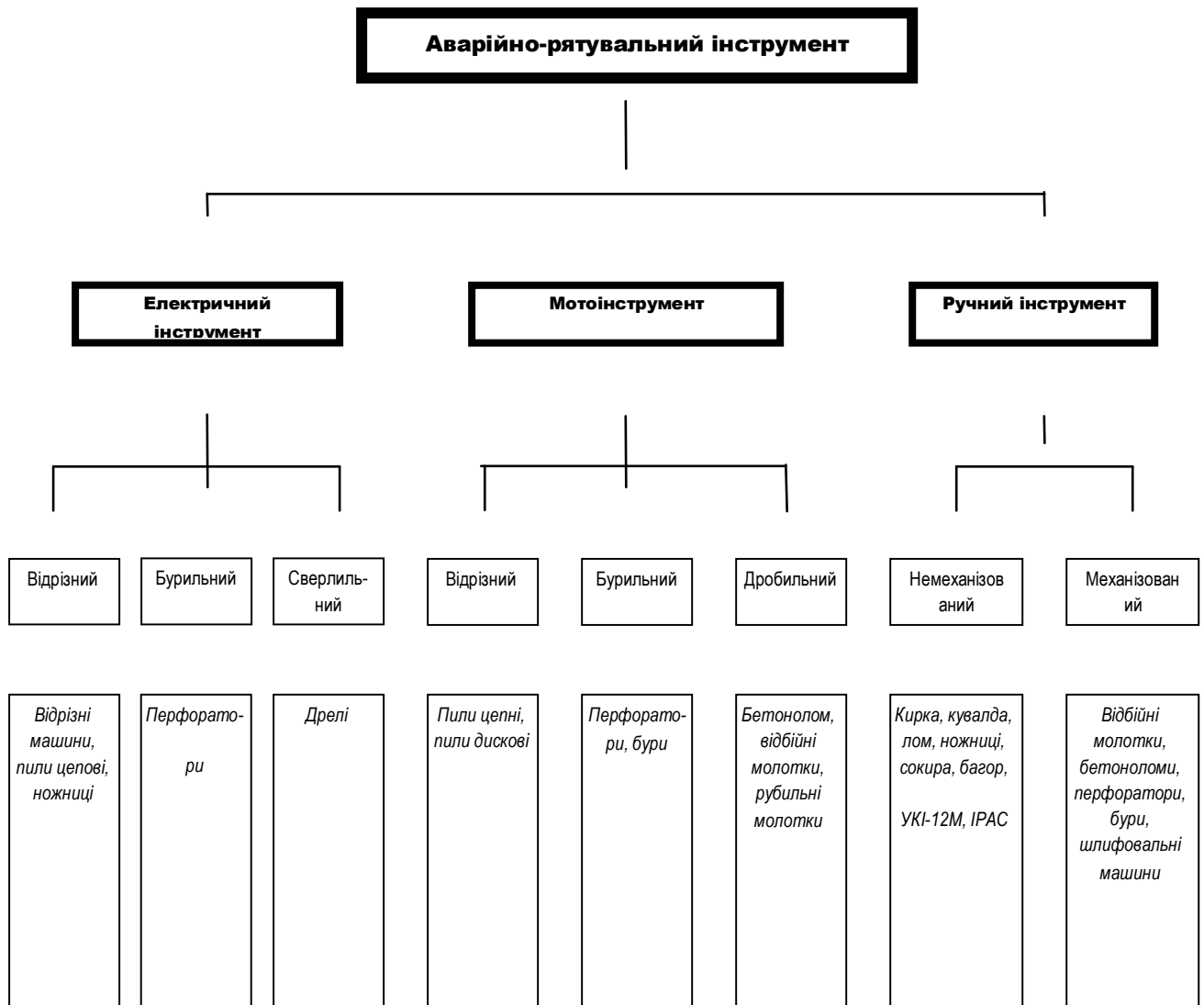


Рис. 3.3. Класифікація аварійно-рятувального інструменту за призначенням

$$G_1 = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 7 \\ 0,14 & 1 & 1 & 5 \\ 0,2 & 1 & 1 & 7 \\ 0,14 & 0,2 & 0,14 & 1 \end{pmatrix}; G_2 = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 1 & 7 \\ 0,2 & 1 & 3 & 7 \\ 1 & 0,33 & 1 & 7 \\ 0,14 & 0,14 & 0,14 & 1 \end{pmatrix}; G_3 = \begin{pmatrix} 1 & 9 & 9 & 5 \\ 0,11 & 1 & 5 & 9 \\ 0,11 & 0,2 & 1 & 9 \\ 0,2 & 0,1 & 0,1 & 1 \end{pmatrix};$$

$$G_4 = \begin{pmatrix} 1 & 9 & 5 & 7 \\ 0,1 & 1 & 5 & 7 \\ 0,2 & 0,2 & 1 & 9 \\ 0,14 & 0,14 & 0,1 & 1 \end{pmatrix}; G_5 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 & 5 \\ 0,3 & 1 & 1 & 1 \\ 0,2 & 0,2 & 1 & 9 \\ 0,14 & 0,14 & 0,1 & 1 \end{pmatrix}; G_6 = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 7 & 1 \\ 0,2 & 1 & 9 & 5 \\ 0,14 & 0,1 & 1 & 9 \\ 1 & 0,2 & 0,1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Компетентності експертів визначені особою, яка приймає рішення, і вони рівні:

$$\gamma_1 = 0,34; \gamma_2 = 0,24; \gamma_3 = 0,2; \gamma_4 = 0,14; \gamma_5 = 0,05; \gamma_6 = 0,03.$$

Максимальні власні числа матриць $G_i, i = \overline{1,6}$ такі:

$$\lambda_1 = 4,35; \lambda_2 = 4,77; \lambda_3 = 5,45; \lambda_4 = 5,13; \lambda_5 = 4,26; \lambda_6 = 6,99.$$

Таким чином, індекси узгодженості рівні:

$$\delta_1 = 0,35; \delta_2 = 0,77; \delta_3 = 1,45; \delta_4 = 1,13; \delta_5 = 0,26; \delta_6 = 2,99.$$

Найкращим чином узгоджені висновки першого і п'ятого експертів, висновки шостого експерта необхідно коригувати.

Додаючи матриці $G_i, i = \overline{1,6}$ за описаною вище процедурою, отримаємо матрицю

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 6,94 & 4,7 & 6,32 \\ 0,14 & 1 & 3,08 & 6,36 \\ 0,21 & 0,32 & 1 & 7,64 \\ 0,15 & 0,15 & 0,13 & 1 \end{pmatrix}.$$

Використовуючи (3.11), розрахуємо пріоритети критеріальних функцій:

$$p_1 = 0,61; p_2 = 0,21; p_3 = 0,14; p_4 = 0,04.$$

Обчислимо значення матриць $Q_i, i = \overline{1,4}$:

$$Q_1 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 & 0,9 & 0,33 & 0,7 \\ 0,33 & 1 & 0,67 & 0,3 & 0,11 & 0,23 \\ 0,5 & 1,5 & 1 & 0,45 & 0,17 & 0,35 \\ 1,11 & 3,33 & 2,22 & 1 & 0,37 & 0,78 \\ 3 & 9 & 6 & 2,7 & 1 & 2,1 \\ 1,43 & 4,29 & 2,86 & 1,29 & 0,48 & 1 \end{pmatrix}, Q_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0,5 & 4 & 3 & 0,7 & 0,5 \\ 2 & 1 & 8 & 6 & 1,4 & 1 \\ 0,25 & 0,13 & 1 & 0,75 & 0,18 & 0,13 \\ 0,33 & 0,17 & 1,33 & 1 & 0,23 & 0,17 \\ 1,43 & 0,71 & 5,71 & 4,29 & 1 & 0,71 \\ 2 & 1 & 8 & 6 & 1,4 & 1 \end{pmatrix},$$

$$Q_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0,4 & 0,5 & 2 & 0,8 & 3 \\ 2,5 & 1 & 1,25 & 5 & 2 & 7,5 \\ 2 & 0,8 & 1 & 4 & 1,6 & 6 \\ 0,5 & 0,2 & 0,25 & 1 & 0,4 & 1,5 \\ 1,25 & 0,5 & 0,63 & 2,5 & 1 & 3,75 \\ 0,33 & 0,13 & 0,17 & 0,67 & 0,27 & 1 \end{pmatrix}, Q_4 = \begin{pmatrix} 1 & 6 & 4 & 0,9 & 4 & 0,8 \\ 0,17 & 1 & 0,67 & 0,15 & 0,67 & 0,13 \\ 0,25 & 1,5 & 1 & 0,23 & 1 & 0,2 \\ 1,11 & 6,67 & 4,44 & 1 & 4,44 & 0,89 \\ 0,25 & 1,5 & 1 & 0,23 & 1 & 0,2 \\ 1,25 & 7,5 & 5 & 1,13 & 5 & 1 \end{pmatrix}.$$

Далі знаходимо ступеня належності кожного з варіантів комплектування відповідним нечітким множинам:

$$\begin{aligned} \bar{F}_1 &= \left\{ \frac{0,12}{K_1}; \frac{0,38}{K_2}; \frac{0,25}{K_3}; \frac{0,11}{K_4}; \frac{0,04}{K_5}; \frac{0,09}{K_6} \right\}, \\ \bar{F}_2 &= \left\{ \frac{0,10}{K_1}; \frac{0,05}{K_2}; \frac{0,41}{K_3}; \frac{0,31}{K_4}; \frac{0,07}{K_5}; \frac{0,05}{K_6} \right\}, \\ \bar{F}_3 &= \left\{ \frac{0,13}{K_1}; \frac{0,05}{K_2}; \frac{0,06}{K_3}; \frac{0,26}{K_4}; \frac{0,10}{K_5}; \frac{0,39}{K_6} \right\}, \\ \bar{F}_4 &= \left\{ \frac{0,05}{K_1}; \frac{0,36}{K_2}; \frac{0,24}{K_3}; \frac{0,05}{K_4}; \frac{0,24}{K_5}; \frac{0,05}{K_6} \right\}. \end{aligned}$$

Нечіткий розв'язок знаходимо як перетин критеріїв $\bar{F}_i, i = \overline{1,4}$:

$$\bar{F} = \left\{ \frac{0,05}{K_1}; \frac{0,05}{K_2}; \frac{0,06}{K_3}; \frac{0,05}{K_4}; \frac{0,04}{K_5}; \frac{0,05}{K_6} \right\}.$$

Враховуючи значущість критеріальних функцій, уточнимо отримані результати:

$$\tilde{F}_1 = \left\{ \frac{0,28}{K_1}; \frac{0,55}{K_2}; \frac{0,43}{K_3}; \frac{0,26}{K_4}; \frac{0,14}{K_5}; \frac{0,22}{K_6} \right\},$$

$$\tilde{F}_2 = \left\{ \frac{0,62}{K_1}; \frac{0,54}{K_2}; \frac{0,83}{K_3}; \frac{0,78}{K_4}; \frac{0,58}{K_5}; \frac{0,53}{K_6} \right\},$$

$$\tilde{F}_3 = \left\{ \frac{0,75}{K_1}; \frac{0,66}{K_2}; \frac{0,68}{K_3}; \frac{0,82}{K_4}; \frac{0,72}{K_5}; \frac{0,87}{K_6} \right\},$$

$$\tilde{F}_4 = \left\{ \frac{0,89}{K_1}; \frac{0,95}{K_2}; \frac{0,94}{K_3}; \frac{0,88}{K_4}; \frac{0,94}{K_5}; \frac{0,88}{K_6} \right\}.$$

Тоді, виходячи з (3.11), отримаємо нечіткий розв'язок

$$\tilde{F} = \left\{ \frac{0,28}{K_1}; \frac{0,54}{K_2}; \frac{0,43}{K_3}; \frac{0,26}{K_4}; \frac{0,14}{K_5}; \frac{0,22}{K_6} \right\}.$$

Розв'язком задачі буде варіант комплектування АРТ K_2 , який відповідає максимальному значенню функції належності.

3.4. Визначення коефіцієнта актуальності аварійно-рятувального обладнання

Розрахуємо коефіцієнт актуальності аварійно-рятувального обладнання. Вихідні дані для експериментальних розрахунків наведено в табл. 5.

Таблиця 4.1. Вихідні дані задачі визначення актуальності обладнання

	Врятовано, осіб					Могли б врятувати, осіб					Z
	e1	e2	e3	e4	e5	e1	e2	e3	e4	e5	
1	0	2	-1	-1	1	0	2	0	1	1	2
2	5	0	0	-1	1	5	0	0	2	1	1
3	3	0	-1	2	1	3	0	1	2	1	1
4	-1	-1	0	1	2	2	3	0	1	2	1
5	1	-1	-1	0	1	1	1	3	0	1	3
S	9	2	0	3	6	11	6	4	6	6	8

Розрахуємо показники η_{il} :

$$\eta_{11}=3, \eta_{12} = 1, \eta_{13} = 0, \eta_{14} = 2, \eta_{15} = 5;$$

$$\eta_{21} = 1, \eta_{22} = 2, \eta_{23} = 2, \eta_{24} = 1, \eta_{25} = 0;$$

$$\eta_{31} = 1, \eta_{32} = 2, \eta_{33} = 2, \eta_{34} = 2, \eta_{35} = 0;$$

$$\eta_{41} = 0, \eta_{42} = 0, \eta_{43} = 1, \eta_{44} = 0, \eta_{45} = 0.$$

Визначимо коефіцієнти актуальності елементів обладнання, припускаючи, що коефіцієнти $\alpha = \beta = 0,5$.

Одержимо:

$$\lambda_1 = 0,15; \lambda_2 = 0,1; \lambda_3 = -0,1; \lambda_4 = 0,1; \lambda_5 = 0,5$$

Одразу ж можна зробити висновок про найбільшу актуальність (максимально можливу) п'ятого елемента обладнання та низьку актуальність третього елемента. За

актуальністю комплекти обладнання можна впорядкувати таким чином:

$$e_3 < e_2 = e_4 < t_1 < t_5.$$

По відношенню до кожної НС розрахуємо коефіцієнти актуальності наявного комплекту АРО:

$$\eta_1 = 0,5, \eta_2 = 0,33, \eta_3 = 0,75, \eta_4 = 0,33, \eta_5 = 0,22.$$

Таким чином, аварійно-рятувальний підрозділ при третій НС був найкраще забезпечений аварійно-рятувальною технікою, найгірше – при п'ятій НС.

3.5. Експериментальна верифікація технології визначення оптимального комплекту аварійно-рятувального обладнання

Виконаємо експериментальну верифікацію одержаних результатів на основі запропонованої структури та елементного базису системи підтримки прийняття рішень. Проведемо експерименти із визначення оптимальних комплектів аварійно-рятувального обладнання з використанням мови програмування Python, комп'ютера Intel Core 7 3400, 8Gb. При визначенні оптимального комплекту аварійно-рятувального обладнання використовуються дані стандартних карток обліку пожежі чи карток обліку надзвичайної ситуації та база даних, фрагмент якої наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Дані про аварійно-рятувальне обладнання

№	Назва	Id	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	A	B	C
1	Різак_К	CU5030	0,6	549	0,8	120	0,6	45	20	40
13	Комбінструмент	GT5111	0,6	206	0,7	266	0,44	50	42	52
15	Домкрат_S	RA4311	0,7	100	0,9	312	0,65	31	7	20
19	Насосна станція	SPU161	0,6	940	0,9	1200	0,7	80	70	90

Проведено ряд експериментів для визначення оптимального комплекту АРТ. Результати знаходяться у табл. 4.3.

Таблиця 4.3. Значення цільової функції

Метод	K1 (300 ітер.)	Відхилення, %	K2 ($\varepsilon = 0,01$)	Відхилення, %
ОПР	3,67	-	3,67	-
M1	3,91	6,5	3,91	6,5
M2	3,98	8,4	4,01	9,3
M3	4,03	9,8	4,07	10,9

У першому експерименті особа, що приймає рішення (ОПР), визначала найкращий, на її погляд, комплект. Для нього розраховувалось значення цільової функції (ЦФ). За розробленим методом (M1) із залученням шести експертів формувалось колективне ранжування комплектів

обладнання і для найкращого комплекту значення ЦФ виявилось на 6,5% більшим. У другому експерименті використовувались два розроблених методи (М2 і М3) та два критерії зупинки алгоритмів: К1 – по кількості виконаних ітерацій, К2 – за близькістю значень цільової функції на сусідніх ітераціях. Значення ЦФ було кращим у порівнянні із вибором ОПР від 8,4% до 11%.

Зауважимо, що метод М1 раціонально застосовувати, коли комплекти, які потрібно оцінити, вже є сформованими і їх кількість є порівняно малою. Методи М2 і М3 раціонально застосовувати, коли комплекти не є сформованими, а кількість можливих варіантів є значною.

Зробимо ще деякі зауваження до проведених експериментів. Проведені експерименти мали дещо обмежений характер. Не були проведені дослідження часу тривалості реалізації того чи іншого методу у залежності від потужностей множин класів аварійно-рятувального обладнання. Причиною цього є достатньо тривалий час реалізації одного із еволюційних методів. Оскільки такі методи теоретично мають ймовірнісну збіжність, кількість запусків алгоритму мала б бути надто значною, або час роботи наявної комп'ютерної техніки для обґрунтованих висновків мав би бути в околі 1000 годин машинного часу.

Для визначення оптимального комплекту обладнання особі, що приймає рішення, було надано на вибір 6 комплектів, які містили по одному елементу з множини:

Різак_К, Різак_Т, Різак_У, Комбінструмент, Домкрат_S і Насосна станція. Потужність першого класу – 4, другого – 4, третього – 4, четвертого – 6, п'ятого – 7, шостого – 18. У загальному можлива кількість варіантів для методу повного перебору – 48384. У реальних задачах кількість можливих варіантів перевищує мільярди. Розрахувати значення цільової функції для такої кількості варіантів з урахуванням того, що потрібно здійснювати розрахунки багатьох допоміжних значень, – майже нерозв'язувана сьогодні задача. У задачі, де експерти роблять індивідуальні висновки щодо комплектів обладнання, потрібно також враховувати компетентність експертів (для розв'язання було проведено опитування викладачів Черкаського інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України) та формувати колективний висновок з урахуванням компетентностей експертів.

Як для реалізації методу М1 та методів М2 і М3, потрібно використовувати цільову функцію. У цій функції невідомі значення коефіцієнтів, які вказують на пріоритетність того чи іншого класу обладнання. Від цих значень залежатиме значення цільової функції особливо у випадку використання штрафної частини у цільовій функції.

Здійснити цей крок можна, використовуючи метод аналізу ієрархій Сааті, опитуючи експертів та будуючи матриці попарних порівнянь. Шість визначених класів одержали такі значення пріоритетів: 0,05, 0,05, 0,1, 0,35, 0,05,

0,4. Ці значення і були використані для пошуку оптимальних комплектів. Зауважимо, що для еволюційних методів результати одержувались при різних запусках з певною волатильністю.

Окрім того, «скорочення показника середнього часу прибуття досягається за рахунок доукомплектування АРФ певними видами ОТЗ і перерозподілу цих засобів по підрозділам з урахуванням оперативної обстановки в населеному пункті. В процесі визначення чисельності ОТЗ в цій роботі головним чином враховувалася умова, що їх чисельність в АРФ повинна бути достатньою для забезпечення обслуговування одночасно декількох викликів. Поряд з цим, при визначенні місць дислокації ОТЗ враховувалася умова забезпечення рівномірного завантаження підрозділів оперативною роботою. Як було вказано раніше, середній час прибуття підрозділів до місця обслуговування першої групи викликів залишився незмінним і не перевищує 10 хвилин. Відповідно це значення відповідає нормативному показнику в розвинутих країнах світу. За результатами оцінки встановлено, що при запропонованому варіанті комплектування АРФ середній час прибуття підрозділів до місць обслуговування третьої групи викликів складає також менше 10 хвилин. Час прибуття підрозділів до місць обслуговування другої групи викликів, навіть після доукомплектування АРФ ОТЗ відповідно до запропонованого варіанту, складає понад 10 хвилин. Досягти більшого

скорочення часу прибуття можливо за рахунок оснащення окремих підрозділів АРФ певним видом ОТЗ, що в свою чергу дозволяє розширити перелік виконуваних цими підрозділами цільових завдань. При цьому, варто враховувати, що зі збільшенням чисельності ОТЗ зростають матеріальні витрати, які пов'язані з їх придбанням та наступним утриманням» [78].

Висновок. Третій розділ присвячено практичній реалізації одержаних теоретичних результатів, їх порівнянню, перевірці адекватності моделей та визначенню ефективності запропонованих методів. Запропоновано принципи побудови систем підтримки прийняття рішень при комплектуванні аварійно-рятувальної техніки. Розроблено структуру та вказано на елементний базис таких систем, зокрема визначено, які бази даних і з яким вмістом мають використовуватись для підтримки прийняття рішень. Показано, яким чином сформувані обчислювальні модулі та у якому порядку їх раціонально використовувати. Наведені допоміжні процедури, модулі, які можна віднести до логіки інтерфейсу та модулі логіки доступу до баз даних.

Проведене чисельне моделювання на основі розробленого алгоритму дозволило зробити висновки про актуальність та, як наслідок, пріоритетність елементів обладнання, а також оцінити ступінь забезпеченості аварійно-рятувального підрозділу аварійно-рятувальним

обладнанням при різних надзвичайних ситуаціях. Наступним кроком виконано моделювання та визначено оптимальний комплект обладнання з використанням висновків групи експертів на основі застосування технологій нечіткої логіки та методу аналізу ієрархій Сааті. Значення цільової функції що відповідало цьому варіанту комплектування було на 6,5% більшим ніж для комплекту, визначеного особою, що приймає рішення. Зауважено, що використання такого методу є переважним у випадку сформованих комплектів обладнання у порівняно невеликій кількості, оскільки потрібна значна кількість операцій, пов'язаних з експертним опитуванням та розрахунками.

Якщо ж комплекти не сформовані, а класи обладнання містять порівняно велику кількість елементів, то використання попереднього методу є неможливим і необхідно скористатись методами визначення оптимального комплекту на основі генетичних алгоритмів та еволюційних стратегій. Такі методи довели свою ефективність на численних прикладах моделювання. Зауважимо, що одержані розв'язки можна вважати швидше оптимізованими, а не оптимальними і це визначається за порівнянням значень цільової функції Збіжність до глобального оптимуму для цих методів є ймовірнісною.

Елементи бази даних

Таблиця Б.1

№	Назва	Id	Потужність	Надійність	Функціональність	A	B	C	Актуальність	Ціна
1	Різак_K	CU5030	549	0,8	0,6	45	20	40	0,6	120
2	Різак_K	CU5040	764	0,8	0,7	54	23	42	0,4	135
3	Різак_K	CU5050	1389	0,8	0,75	60	22	40	0,5	150
4	Різак_K	CU5060	1765	0,8	0,8	62	24	37	0,3	170
5	Різак_T	CU5030	579	0,85	0,65	56	17	38	0,5	132
6	Різак_T	CU5040	794	0,85	0,7	60	17	38	0,6	140
7	Різак_T	CU5050	1412	0,85	0,75	65	18	46	0,5	145
8	Різак_T	CU5060	1793	0,85	0,8	68	20	50	0,6	160
9	Різак_U	CU4007	220	0,8	0,9	38	25	40	0,7	212
10	Різак_U	CU4031	380	0,8	0,9	42	25	45	0,5	230
11	Різак_U	CU4035	380	0,8	0,9	45	30	40	0,5	234
12	Різак_U	CU4040	470	0,8	0,9	45	30	45	0,6	240

13	Комбіінс трумент	GT5111	206	0,7	0,6	50	42	52	0,44	266
14	Комбіінс трумент	GT5112	206	0,7	0,65	48	40	50	0,5	240
15	Комбіінс трумент	GT5117	204	0,7	0,68	55	45	55	0,6	284
16	Комбіінс трумент	GT5118	204	0,6	0,72	55	45	55	0,6	284
17	Комбіінс трумент	GT4120	247	0,8	0,6	60	46	52	0,7	312
18	Комбіінс трумент	GT4150	380	0,8	0,7	72	56	60	0,7	342
	Домкрат _S	RA4311	100	0,9	0,7	31	7	20	0,65	312
	Домкрат _S	RA4313	100	0,9	0,7	41	9	20	0,7	315

Домкрат _S	RA4315	100	0,9	0,75	56	10	20	0,6	342
Домкрат _S	RA4321	161	0,9	0,75	51	11	20	0,6	356
Домкрат _S	RA4331	161	0,8	0,75	61	12	20	0,5	381
Домкрат _S	RA4322	161	0,8	0,8	74	15	20	0,5	391
Домкрат _S	RA4331	161	0,85	0,8	94	18	20	0,54	402
Домкрат _T	TR5340	217	0,85	0,85	33	9	20	0,4	415
Домкрат _T	TR5350	217	0,85	0,85	58	15	20	0,4	437
Домкрат _T	TR5370	231	0,85	0,85	63	16	20	0,25	455

	Домкрат _Т	XR4360	231	0,7	0,9	62	13	20	0,2	487
	Насосна станція	SPU161	940	0,9	0,6	80	70	90	0,25	521
	Насосна станція	SPU162	1600	0,85	0,6	80	70	96	0,3	555
	Насосна станція	DSPU31	2600	0,8	0,7	80	70	90	0,3	545
	Насосна станція	SR101	1600	0,8	0,75	95	75	85	0,35	578
	Насосна станція	SR102	1600	0,85	0,7	95	75	90	0,4	585
	Насосна станція	SR201	2200	0,75	0,75	90	80	90	0,4	624
	Насосна станція	SR202	2200	0,7	0,6	80	90	75	0,35	656

	Насосна станція	SR203	1100	0,7	0,75	80	80	90	0,6	685
	Насосна станція	SR204	1800	0,6	0,6	80	90	70	0,55	814
	Насосна станція	SR311	2200	0,8	0,7	80	95	75	0,6	756
	Насосна станція	SR321	2200	0,8	0,8	90	80	80	0,5	785
	Насосна станція	SR312	1800	0,8	0,8	80	85	90	0,65	685
	Насосна станція	SR322	1800	0,9	0,8	80	95	85	0,5	750
	Насосна станція	SR401	4100	0,75	0,75	95	80	70	0,6	805
	Насосна станція	SR402	1800	0,8	0,7	95	85	75	0,65	820

	Насосна станція	SR403	3100	0,7	0,8	95	80	70	0,7	845
	Насосна станція	SR404	4100	0,7	0,75	85	85	90	0,7	850
	Насосна станція	SR405	4000	0,7	0,75	90	90	85	0,7	880

Картка обліку пожежі

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ ДСНС

України

№ _____

КАРТКА ОБЛІКУ ПОЖЕЖІ

I. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

(необхідні дані записати текстом або підкреслити і заповнити кодове поле)

1|_|_|_|/

1. ГУ(У)МНС (табл.1)

2|_|_|_|/

2. Район (місто), підрозділ

3|_|/

3. Тип населеного пункту (місто - 1, селище міського типу - 2, сільський населений пункт - 3, поза межами населеного пункту - 4, відселена зона - 5)

4|_|_|_|_|

|/

4. Номер картки; основна (0), додаткова (1-9)

5|_|_|_|_|

5. Дата виникнення пожежі “__” _____ 20__р.

||_|/

II. ОБ'ЄКТ ПОЖЕЖІ

6|_|_|_|_|/

6. Адреса _____ об'єкта _____ пожежі

7|_|_|_|/

7. Галузь _____ виробництва _____ (табл.2)

8|_|/

8. Форма власності підприємства (установи, організації) (табл.3)

9|_|_|_|_|/

9. Відомча _____ підпорядкованість _____ (табл.4)

10|_|_|_|_|/

10. Об'єкт пожежі (табл.5)

12|_|_|_|_|

|/

11. Назва _____ об'єкта _____ пожежі

13|_|/

12. Поверховість будівлі ____; поверх, на якому виникла пожежа ____

14|_|/

15 | | | |
|/

16 | | | |
|/

17 | |/
|/

18 | |/
|/

19 | | |/
|/

20 | |/
|/

21 | | | | |/
|/

22 | | | | |/
|/

23 | |/
|/

13. Ступінь вогнестійкості (I - 1, II - 2, III - 3, IIIa - 4, IIIб - 5, IV - 6, IVa - 7, V - 8)
 14. Наявність або відсутність УПА (місце виникнення пожежі обладнано УПА - 1, відсутність УПА у місці виникнення пожежі - 2)
 15. Призначення УПА (установка пожежогасіння - 1, установка пожежної сигналізації - 2, система протидимного захисту - 3)
 16. Результати дії УПА (установка пожежогасіння: пожежа ліквідована - 1, пожежа локалізована - 2, установка пожежогасіння завдання не виконала - 3, установка пожежогасіння не спрацювала - 4; установка пожежної сигналізації: завдання виконала - 5, не спрацювала - 6; система протидимного захисту: спрацювала - 7, не спрацювала - 8)
 17. Наявність або відсутність системи централізованого спостереження (об'єкт обладнаний - 1, не обладнаний - 2)
 18. Результати дії системи централізованого спостереження (сигнал передано на пульт пожежного спостереження - 1, сигнал не передано на пульт пожежного спостереження - 2)
 19. Місце виникнення пожежі (табл.6)
-
20. Категорія виробництва: А - 1, Б - 2, В - 3, Г - 4, Д - 5
 21. Виріб (пристрій, матеріал, продукція), на якому (або від якого) безпосередньо виникла пожежа (табл.7)
-
22. Країна-виробник виробу (пристрою, матеріалу, продукції), на якому (або від якого) безпосередньо виникла пожежа, згідно з

кодами Міжнародної асоціації EAN (табл.8)

23. Сертифікованість на відповідність виробу (пристрою, матеріалу, продукції), на якому (або від якого) безпосередньо виникла пожежа, українським нормам (не підлягає сертифікації - 0, сертифіковано в Україні - 1, сертифіковано в іншій країні - 2, не сертифіковано - 3)

III. НАСЛІДКИ ПОЖЕЖІ

- 24| | | | | | | | | | 24. Виявлено загиблих на місці пожежі ____, з них дітей та підлітків до 18 років _____
25. Загинуло внаслідок пожежі ____, з них: дітей та підлітків до 18 років ____, працівників аварійно-рятувальної служби _____

25| | | | | | | | | |
| | | | | /

П.І.Б

26| | | | | | | | | |
| | | | | | /

27| | | | | | | | | |
| | | | /

28| | | | | | | | | |
| | | | | | | /

29| | | | | | | | | |
| | | | /

30| | | | | | | | | |
| | | | | | | /

31| | | | | | | | | |
| | | | | | /

32| | | | | | | | | |
| | | | /

33| | | | | | | | | |

26. Вік загиблих
27. Стать загиблих (чоловіча - 1, жіноча - 2)
28. Соціальний стан загиблих (табл. 9)
29. Момент настання смерті (табл. 10)
30. Умови, що сприяли загибелі людей (табл. 11)
31. Травмовано осіб ____, з них дітей та підлітків до 18 років ____, працівників аварійно-рятувальної служби _____
32. Збиток від пожежі прямий _____ тис. грн.
33. Збиток від пожежі побічний _____ тис. грн.
34. Знищено ____, пошкоджено __ будівель, споруд, од.

| | | | /

34 | | | | | | | | /

35 | | | | | | | | /

36 | | | | | | /

37 | | | | | | | |

| | | | | /

38 | | | |

| / 39 | | | |

| /

40 | | | | | | /

41 | | | | | | /

35. Знищено __, пошкоджено

__автотракторної та ін. техніки, од.

36. Знищено зернових та технічних культур

____, тонн

37. Знищено хліба на корені ____, у валках ____,

га

38. Знищено кормів ____, тонн

39. Знищено, пошкоджено торфовищ ____, га

40. Загинуло тварин ____, голів

41. Загинуло птиці ____, шт.

42. Додатково вказати, що ще знищено

(пошкоджено) _____

IV. ВРЯТОВАНО

43 | | | | | | | | | /

44 | | | | | | | /

45 | | | | | | | /

46 | | | | | | /

47 | | | | | /

48 | | | | | | /

49 | | | | | | | |

| | /

50 | | | | | | /

51 | | | | | | | /

43. Людей __, у т.ч. дітей та підлітків до 18

років __

44. Тварин __, голів

45. Птиці __, шт.

46. Будівель, споруд ____, од.

47. Автотракторної та іншої техніки ____, од.

48. Зернових та технічних культур ____, тонн

49. Хліба на корені ____, у валках ____, га

50. Кормів ____, тонн

51. Торфовищ _____, га

52. Додатково вказати, що ще врятовано

53. Усього матеріальних цінностей на суму

_____, тис. грн.

53 | | | | | | | |

| /

V. РОЗВИТОК ТА ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ

- 54| | | . | | | |
| | | /
- 55| | /
- 56| | | | | /
- 57| | | | | /
- 58| | | | | /
- 59| | | | | /
- 60| | | | | /
- 61| | | . | | | |
| | | /
- 62| | | . | | | |
| | | . | | | /
- 63| | | . | | | |
| | | . | | | /
54. Дата повідомлення про пожежу
«__»_____20__р.
55. Пожежу ліквідовано до прибуття
підрозділів аварійно-рятувальної служби -
1
56. Час виникнення __год. __хв.
57. Час повідомлення __год. __хв.
58. Час прибуття 1-го підрозділу аварійно-
рятувальної служби __год. __хв.
59. Час локалізації __год. __хв.
60. Час ліквідації __год. __хв.
61. Дата ліквідації пожежі «__»_____ 20__р.
62. Умови, що сприяли поширенню пожежі
(табл. 12)
63. Умови, що ускладнювали гасіння пожежі
(табл. 13)

VI. СИЛИ ТА ЗАСОБИ

- 64| | | . | | | |
| | | /
- 65| | | . | | | |
| | | . | | | /
- 66| | | . | | | |
| | | . | | | /
- 67| | | . | | | |
| | | . | | | /
- 68| | | . | | | /
- 69| | | . | | | |
| /
- 70| | | . | | | |
| /
- 71| | | . | | | |
| /
- 72| | | . | | | /
- 73| | | . | | | /
- 74| | /
64. Учасники гасіння пожежі (табл. 14)
65. Кількість учасників гасіння пожежі _____,
осіб
66. Техніка (табл. 15)
67. Кількість _____, од.
68. Подано стволів (табл. 16)
69. Кількість _____, од.
70. Вогнегасні речовини (табл. 17)
71. Первинні засоби пожежогасіння (табл. 18)
72. Джерела водопостачання (табл. 19)
73. Керівник гасіння пожежі (табл. 20)
74. Використання ГДЗС – 1
75. Кількість ланок ГДЗС ____
76. Загальний час роботи ланок ГДЗС ____год.

75 | | | /76 | | | | /**VII. ХІД РОЗСЛІДУВАННЯ ПОЖЕЖІ ТА ВЖИТІ ЗАХОДИ**77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | /

77. Виїзд на місце пожежі: працівника органу дізнання місцевого підрозділу - 1, працівника органу дізнання та міліції - 2, слідчо-оперативної групи у повному складі - 3, слідчо-оперативної групи за участю прокуратури - 4, ВПЛ - 5, керівництва ГУ(У)МНС - 6, керівництва МНС – 7, інших - 8

78 | | /

78. Розслідування (дізнання) здійснює співробітник: територіального підрозділу – 1, місцевого органу дізнання - 2, міськ(рай)У(В)ВС - 3, прокуратури - 4, ГУ(У)МВС - 5, МВС – 6, МНС - 7, інші – 8

79 | | | /80 | | | | | | | | /

79. Причина пожежі (табл.21)

82 | | | /83 | | /

80. Особа, винна у виникненні пожежі (П.І.Б.)
(табл.22, _____ 23) _____

81. Стан особи, винної у виникненні пожежі : стан алкогольного сп'яніння - 1, вплив наркотичних препаратів – 2, душевнохвора - 3

84 | | /

82. Вік особи, винної у виникненні пожежі, _____ років

85 | | | | | | | | /86 | | | | | | | | | |
| | /87 | | | | | | | | | |

/

88 | | | | | | | | | |

| | | | /

83. Результат розслідування (дізнання): матеріали по пожежі списані рапортом - 1, здійснюється перевірка - 2, прийнято рішення за ст. 97 КПК: відмовлено в ПКС - 3, порушено кримінальну справу – 4, направлено за належністю – 5; направлено за підслідністю – 6, постанову про відмову про порушення КС скасовано: прокурором

- 7, за поданням органу дізнання - 8
84. Рішення у справі по пожежі: порушено адміністративну справу – 1, матеріали направлено відповідно до ст. 99 КПК: громадській організації – 2; службі у справах неповнолітніх – 3; керівнику (власнику) об'єкта – 4
85. За ст.____ КК України, КУпАП, ч.____
86. Номер кримінальної справи або постанови про відмову в ПКС
87. Від " __ " _____ 20__ р.
88. Вжиті заходи за фактом пожежі :
застосовано адмінзаконодавство: винесено попередження – 1; накладено штраф – 2; припинена робота: виробництва - 3, окремої дільниці виробництва - 4, припинена експлуатація: агрегату - 5, приладу опалення - 6, дільниці електромережі – 7, направлено подань про усунення причин та умов – 8, складено адмінпротоколів про невиконання подань – 9, притягнуто судом за невиконання подань - 10

VIII. ХІД РОЗСЛІДУВАННЯ КРИМІНАЛЬНОЇ СПРАВИ

89| | /

89. Хід розслідування КС: у провадженні - 1, направлена на експерти-зу – 2, зупинена - 3, закрита - 4, закінчена - 5, відновлена - 6, направлена до прокуратури – 7, перекваліфікована – 8, об'єднана - 9

Картку обліку пожежі склав:

_____ " __ " _____
20__ р. (посада, звання, П.І.Б., підпис)

**Достовірність та об'єктивність заповнення картки
підтверджую:**

_____ " ____ " _____
20__ р. (посада, звання, П.І.Б., підпис)

Дата надходження картки до ГУ(У)МНС

90|_|_|.|_|_|_| 90. " ____ " _____ 20__ р.
|/

Примітка _____

ВИСНОВКИ

У монографії виконана постановка задачі комплектування аварійно-рятувальної техніки. Запропоновано технологію її рішення як завдання нечіткої багатокритеріальної оптимізації з використанням елементів методу аналізу ієрархій та методу побудови функцій належності на основі попарних порівнянь пріоритетності цільових функцій. Визначено обмеження, що дозволяють на етапі попереднього аналізу відсіяти неперспективні варіанти, і розглянуті можливості застосування інших методів, що відносяться до «м'яких» обчислень.

Розглянуто потенційні шляхи пошуку розв'язку задачі комплектування АРТ, в основі яких лежать методи, якими розв'язують задачі розміщення об'єктів в контейнерах, виходячи із їх габаритних розмірів. Досліджено також проблеми, пов'язані із застосуванням мінімаксних методів, методу ідеальної точки, методу поступок та їм подібних. Зроблено висновок про необхідність встановлення пріоритетів та первинності врахування інтегральної цільової функції, її окремих компонент та габаритних обмежень.

Оскільки гарантувати існування оптимального (прийняттого) розв'язку неможливо, то запропоновано використання штрафних функцій і здійснено їх структурну та параметричну ідентифікацію. Використання таких функцій дозволяє здійснювати певне погіршення цільової функції та

пропонувати варіант комплектування АРТ, який, можливо, і не є найкращим розв'язком нашої задачі, але задовольняє обмеження.

Виконано аналіз проблеми комплектування аварійно-рятувальної техніки, який засвідчив такі її особливості як існуючу обмеженість фінансових ресурсів, значний ріст потужності елементної бази, прийняття рішень виключно на основі досвіду та інтуїції відповідальних осіб. Показано, що пропоновані раніше рішення базувались на врахуванні вартості обладнання, його надійності, функціональності та потужності, водночас поза увагою залишався аспект його застосовності або актуальності. Враховуючи значну кількість потенційних елементів обладнання, що можуть входити до комплекту, запропоновано обмеження, які дозволять скоротити кількість можливих варіантів на основі методу послідовного аналізу варіантів.

У третьому розділі розглянуто моделі та методи пошуку оптимального комплекту аварійно-рятувальної техніки на основі застосування методів нечіткої логіки та еволюційних технологій. Зокрема показано особливості препроцесінгу вихідних даних задачі, визначено особливості застосування послідовного аналізу варіантів з метою зменшення розмірності задачі. Визначено, що існує два підходи до знаходження оптимального комплекту аварійно-рятувальної техніки: у першому підході експерти визначають

пріоритетність критеріїв на основі методу аналізу ієрархій Сааті та будують індивідуальні варіанти ранжування, закінчується процес формуванням колективного порядку на множині варіантів комплектів. У другому підході формується цільова функція, знаходження значення її максимуму дозволяє визначити і оптимальний варіант обладнання.

У третьому розділі розглянуто моделі та методи пошуку оптимального комплекту аварійно-рятувальної техніки на основі застосування методів нечіткої логіки та еволюційних технологій. Зокрема показано особливості препроцесінгу вихідних даних задачі, визначено особливості застосування послідовного аналізу варіантів з метою зменшення розмірності задачі. Визначено, що існує два підходи до знаходження оптимального комплекту аварійно-рятувальної техніки: у першому підході експерти визначають пріоритетність критеріїв на основі методу аналізу ієрархій Сааті та будують індивідуальні варіанти ранжування, закінчується процес формуванням колективного порядку на множині варіантів комплектів. У другому підході формується цільова функція, знаходження значення її максимуму дозволяє визначити і оптимальний варіант обладнання.

Запропоновано еволюційні методи для визначення оптимального комплекту аварійно-рятувальної техніки на основі генетичного алгоритму та еволюційної стратегії. Оскільки методи є параметричним, то визначено основні

аспекти формування потенційних розв'язків взагалі та, зокрема, на основі принципу протекціонізму.

Запропоновано визначати пріоритетність елементів обладнання певного класу з використанням методу аналізу ієрархій на основі встановлення пріоритетності критеріїв та процедур визначення компетентності експертів. Оскільки задача комплектування є багатокритеріальною, то до критеріїв визначення оптимального комплекту запропоновано включити критерій актуальності.

Побудовано моделі показників актуальності обладнання, а також визначено коефіцієнт актуальності елемента обладнання та розроблено модель для визначення коефіцієнта актуальності комплекту аварійно-рятувального обладнання для певної надзвичайної ситуації.

Запропоновано розраховувати загальний коефіцієнт актуальності комплекту обладнання для усіх надзвичайних ситуацій як усереднене значення коефіцієнта актуальності комплекту для кожної надзвичайної ситуації при умові їх рівнозначності, або як зважене значення в іншому випадку.

Список використаних джерел

1. Achtert E. On exploring complex relationships of correlation clusters / E. Achtert, C. Bohm, H.P. Kriegel, P. Kröger, A. Zimek // In proc. 19th inter-national conference on Scientific and Statistical Database Management. – 2007. – P.7.
2. Back T. Evolutionary computation. / T. Back, D.B. Fogel, Z. Michalewicz. – IOP Publishing, Bristol and Philadelphia, 2000. – Vol. 1: Basic algorithms and operators. – 339 p.
3. Bansod N.A. Soft Computing – A Fuzzy Logic Approach. In Bharati Vidyapeeth College of Engineering (ed.) / N.A. Bansod, M. Kulkarni, S.H. Patil // Soft Computing, Allied Publishers. – 2005. – P. 73.
4. Blum C. Metaheuristics in combinatorial optimization: overview and conceptual comparison / C. Blum, A. Roli // ACM Computing Surveys.– 2003. – Vol. 35, No. 3. – P. 268-308.
5. Dakin R.J. A tree-search algorithm for mixed integer programming problems / R.J. Dakin // The Computer Journal. – 1965. – Vol. 8. – P. 250-255.
6. Dorigo M. Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents / M. Dorigo, V. Maniezzo, A. Coloni // IEEE Trans. Syst., Man. and Cybern. – 1996. – Vol. 26, № 2. – P. 29-41.
7. Echegoyen C. On the Taxonomy of Optimization Problems Under Estimation of Distribution Algorithms / C. Echegoyen, A. Mendiburu, R. Santana, J.A. Lozano // Evolutionary Computation. – 2012. – Vol. 21 (3). – Pp. 471–495.

8. Eddy S.R. What is dynamic programming? / S.R. Eddy // – Nature Biotechnology. – 2004. – Vol. 22. – P. 909-910.
9. Everitt B. Cluster analysis / B. Everitt.– Chichester, West Sussex, U.K: Wiley, 2011.
10. Fuzzy Logic: A Framework for the New Millennium / V. Dimitrov, V. Korotkich ed. // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. – 395 p.
11. Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing / J. C. Bezdek, J. Keller, R. Krishnapuram [et al]. – Springer Science+Business Media, Inc. – 2005. – 776 p.
12. Gallo G. Quadratic knapsack problems / G. Gallo, P.L.Hammer, B. Sime-one // Mathematical Programming Studies. – 2009. – Vol. 12. – P. 132-149.
13. Gerla G. Comments on some theories of fuzzy computation / G. Gerla // In-ternational Journal of General Systems. – 2016. – Vol. 45 (4). – Pp. 372–392.
14. Harti R. E. A global convergence proof for class of genetic algorithms / R. E. Harti. – Wien: Technische Universitaet. – 1990. – 136 p.
15. Hnatienko H. Choice manipulation in multicriteria optimization problems / H. Hnatienko // In Selected papers of the XIX international scientific and practical conference "Information Technologies and Security". – 2019. – Pp. 234–245.
16. 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.

17. Kohonen T. Self-Organizing Maps / T. Kohonen. – Berlin–New York: Springer-Verlag, 2001.

18. Kosiur D. Understanding policy-based networking, 2nd. ed. / D. Kosiur. – Wiley, New York, NY, 2001.

19. Kriegel H.-P. Density-based Clustering / H.-P. Kriegel, P. Kröger, J. San-der, A. Zimek // WIREs Data Mining and Knowledge Discovery. – 2011. – Vol. 1 (3). – P. 231-240.

20. Kryshstal V. System analysis of formation rescuing equipment sets / V. Kryshstal, V. Snytyuk // International Journal “Information Technologies and Knowledge”. – 2016. – Vol. 10, Number 1. – P. 91-99.

21. Levitin G. Computational Intelligence in Reliability Engineering. Studies in AI / G. Levitin. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. – 40. – 427 p.

22. Liu H.-c. Fuzzy possibility c-mean clustering algorithms based on complete mahalanobis distances / H.-c Liu, J.-m Yih, D.-b Wu, and S.-w Liu // In 2008 int. conf. on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, IEEE.– 2008/ – Pp. 50–55.

23. Lodi A. Recent advances on two-dimensional bin packing problems / A. Lodi, S. Martello, D. Vigo // Discrete Appl. Math. – 2002. – Vol. 123. – P. 379-396.

24. Martello S. Knapsack problems / S. Martello, P. Toth. – Chichester, UK: John Wiley and Sons, 1990. – P. 221-245.

25. Meilă M. Comparing clusterings by the variation of information. Learning theory and kernel machines. Lecture Notes in Computer Science / M. Mei-lă. – 2003. – Vol. 2777. – Pp. 173-187.
26. Michalewicz Z. Genetic Algorithms+Data Structures=Evolution Programs / Z. Michalewicz. – Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 1996. – 387 p.
27. Mirkes E.M. K-means and K-medoids applet / E.M. Mirkes. – University of Leicester, 2011.
28. Pisinger D. Algorithms for Knapsack Problems / D. Pisinger. –Copenhagen, Denmark: University of Copenhagen. – 1995. – 199 p.
29. Rechenberg I. Evolutionsstrategie “94” / I. Rechenberg. – Stuttgart-Bad GannStatt: Frommann Halzboog. – 1994. – 434 p.
30. Ribeiro C. Essays and surveys in metaheuristics / C. Ribeiro, P. Hansen (eds.). – Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001. – 651 p.
31. Saaty T. Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences / T. Saaty, K. Peniwati. – Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications. – 2008. – 385 p.
32. Sheikh R.~H. Genetic algorithm based clustering: A survey / R.~H Sheikh, M.~Raghuwanshi, and A.~N Jaiswal // In proc. of 2008 first int. conf. on Emerging Trends in Engineering and Technology.– 2008.– Vol. 2(6). – Pp. 314–319.
33. Silvano M. Knapsack problems / M. Silvano, P. Toth. – Chichester, UK: John Wiley and Sons, 1990. – 221 p.
34. Simon D. Evolutionary optimization algorithms / D. Simon. – John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2013.

35. Snytyuk V. Evolutionary technique of shorter route determination of fire brigade following to fire place with the optimized space of search / V. Snytyuk, O. Dghulay // Information Technologies and Knowledge. – 2007. – Vol. 1. – № 4. – P. 325-332.

36. Snytyuk V. Problem and mathematical models for rescue technics acquisition / V. Snytyuk, P. Kucher // International Journal “Information Theories and Applications”. – 2014. – Vol. 21, Number 1. – P. 60-64.

37. Spears W.M. The Role of Mutation and Recombination in Evolutionary Algorithms. PhD Thesis / W.M. Spears. – George Mason University: Fairfax, Virginia. – 1998. – 240 p.

38. Sridharan R. The capacitated plant location problem / R. Sridharan // European J. Oper. Res. – 1995. – V. 87. – P. 203-213.

39. Takagi T. Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control / T. Takagi, M. Sugeno // IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics. – 1985. – Vol. 15. – P. 116–132.

40. Thomas H.C. et al. Introduction to Algorithms / H.C. Thomas et al. – MIT Press, 2001. – 1292 p.

41. Ting C.-K. On the Mean Convergence Time of Multi-parent Genetic Algorithms Without Selection / C.-K. Ting // Advances in Artificial Life. – 2005. – Pp. 403–412.

42. Tsyganok V.V. Simulation of expert judgements for testing the methods of information processing in decision-making support systems/ V.V. Tsyganok, S.V. Kadenko, O.V. Andriichuk // Journal of Automation and Information Sciences. – 2011. – Vol. 43(12). – Pp. 21-32.

43. Valiant L. Probably Approximately Correct: Nature's Algorithms for Learning and Prospering in a Complex World / L. Valiant. – New York: Basic Books, 2013.
44. Weber R.O. Wildland Fire Spread Models. In “Forest Fires”, ed. E.A. Johnson and K. Miyanishi / R.O. Weber. – Academic Press, Feb, 2001. – P. 151-169.
45. Whitley D. Complexity theory and the no free lunch theorem / D. Whitley, J.P. Watson. E.K. Burke, G. Kendall (eds.) // Search Methodologies: Introductory Tutorials in Optimization and Decision Support Techniques. New York: Springer, 2005. – P. 1-24.
46. Wolpert D.H. No Free Lunch Theorems for Optimization / D.H. Wolpert, W.G. Macready // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. – 1997. – Vol. 1, 67.
47. Zadeh L.A. et al. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Fuzzy Systems / L.A. Zadeh et al. – World Scientific Press, 1996.
48. Zadeh L.A. Fuzzy logic, neural network and soft computing / L.A. Zadeh // Communications of the ACM. – 1994. – Vol. 37, № 3. – P. 77–84.
49. Zaki M.J. Data mining and analysis: fundamental concepts and algorithms / M.J. Zaki, W. Meira. – Cambridge University Press, New York, 2014.
50. Zhang J. Clustering-Based Adaptive Crossover and Mutation Probabilities for Genetic Algorithms / J. Zhang, H. Chung, W.L. Lo// IEEE Transactions on Evolutionary Computation. – 2007. – Vol. 11 (3). – Pp. 326–335.

51. Бойко Л.А. Системи з нечіткою логікою в задачах експертного оцінювання / Л.А. Бойко, Ю.П. Зайченко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2007. – № 2. – С. 33-46.

52. Волошин О.Ф. Послідовний аналіз варіантів: Технології та застосування: Монографія / О.Ф. Волошин, Г.М. Гнатієнко, В.І. Кудін // К.: Стилос, 2013. – 304 с.

53. Волошин О.Ф. Теорія прийняття рішень / О.Ф. Волошин, С.О. Мащенко. – К.: Київський університет, 2006. – 304 с.

54. Гнатієнко Г.М. Експертні технології прийняття рішень / Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк. – К.: McLaut, 2008. – 444 с.

55. Гришко В.Ф. Оптимізація комплектовання комп'ютерних систем по критеріям надійності / В.Ф. Гришко, С.В. Жульжик // Наукові праці ВНТУ. – 2009. – № 2. – С. 17-22.

56. Зайченко О.Ю. Дослідження операцій / О.Ю. Зайченко, Ю.П. Зайченко. – К.: Видавничий дім «Слово», 2009. – 472 с.

57. Зайченко Ю.П. Основи проектування інтелектуальних систем / Ю.П. Зайченко. – К.: Видавничий дім «Слово», 2004. – 352 с.

58. Зайченко Ю.П. Нечіткі моделі і методи в інтелектуальних системах / Ю.П. Зайченко. – К.: Слово, 2008. – 344 с.

59. Землянський О.М. Інформаційна технологія прогнозування концентрації небезпечної хімічної речовини при аварійному викиді в умовах невизначеності [Текст] : автореф. дис.

... канд. техн. наук : 05.13.06 / О. М. Землянський. – Черкаси, 2014. – 20 с.

60. Землянський О.М. Моделі та еволюційні методи оптимізації структури систем пожежного моніторингу будівель і споруд [Текст]: авто-реф. дис ... канд. техн. наук / О.М. Землянський. – Київ, 2012. – 22 с.

61. Кодекс цивільного захисту України (Закон України № 5403-VI від 2.10.2012 р. із змінами і доповненнями) / Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.

62. Кришталь В.М. Визначення оптимального варіанту комплектації ава-рійно-рятувальної техніки з використанням нечітких висновків / В.М. Кришталь, А.В. Сергеев, В.Є. Снитюк // Вісник НТУ «ХПІ». – 2015. – № 49 (1158). – С. 144-148.

63. Кришталь В.М. Еволюційне моделювання процесу комплектування аварійно-рятувальної техніки / В.М. Кришталь, П.П. Кучер, В.Є. Снитюк // Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2015: матеріали 10-ї міжн. наук.-практ. конф. (м. Чернігів, 2015 р.). – Чернігів. – 2015. – С. 237-241.

64. Кришталь В.М. Еволюційний метод формування оптимального комплекту аварійно-рятувальної техніки / В.М. Кришталь, В.Є. Снитюк // Математичні машини і системи. – 2016. – № 1. – С. 168-174.

65. Кришталь В.М. Інтелектуальні технології розв'язання задачі комплектування аварійно-рятувальної техніки / В.М. Кришталь // Обчислювальний інтелект (результати,

проблеми, перспективи): матеріали IV міжн. наук.-практ. конф. (м. Київ-Черкаси, 2017 р.). – Київ. – 2017. – С. 251.

66. Кришталь В.М. Інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень при розв'язанні задачі комплектування техніки / В.М. Кришталь // Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-2015) : матеріали IV міжн. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 2015 р.). – Одеса. – 2015. – С. 264-266.

67. Кришталь В.М. Критерій актуальності обладнання при розв'язанні задачі комплектування аварійно-рятувальної техніки в умовах невизначеності / В.М. Кришталь, В.Є. Снитюк, Д.С. Федоренко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.– 2021. – № 2(8). – С. 70-76.

68. Кришталь В.М. Оптимізація процесу комплектування аварійно-рятувальної техніки / В.М. Кришталь, В.Є. Снитюк // Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2018: матеріали 13-ї міжнар. наук.-практ. конф. (м. Чернігів, 2018 р.). – Чернігів. – 2018. – С. 180-181.

69. Кришталь В.М. Принципи і критерії комплектування аварійно-рятувальної техніки / В.М. Кришталь // Електроніка та інформаційні технології (ЕЛІТ-2015): матеріали VII Українсько-польської наук.-практ. конф. (м. Львів-Чинадієво, 2015 р.). – Львів. – 2015. – С. 8-9.

70. Кришталь В.М. Цільова функція в задачі неповного комплектування аварійно-рятувальної техніки / В.М. Кришталь // Обчислювальний інтелект (результати, проблеми,

перспективи): матеріали III міжн. наук.-практ. конф. (м. Київ–Черкаси, 2015 р.). – Київ. – 2015. – С. 218.

71. Кучер П. Формалізація задачі комплектування і еволюційні аспекти її рішення / П. Кучер, В. Снитюк // Штучний інтелект. – 2009. – № 4. – С. 268-273.

72. Кучер П.П. Метод рішення задачі комплектування аварійно-рятувальної техніки з використанням принципу домінування і генетичного алгоритму / П.П. Кучер, В.Є. Снитюк // Вісник національного транспортного університету. – 2010. – № 21. – С. 431-437.

73. Пожежна та аварійно-рятувальна техніка: (Історія, сьогодення, майбу-тнє) / О.М. Ларін, І.М. Грицина, С.В. Васильєв, Б.І. Кривошей; Під заг. ред. О.М. Ларіна. – Х.: АГЗУ, 2005. – 160 с.

74. Снитюк В.Є. Оптимізація процесу оцінювання в умовах невизначеності на основі структуризації предметної області та аксіоми незміщеності / В.Є. Снитюк, Г.М. Гнатієнко // Штучний інтелект. – 2008. – № 3. – С. 217-223.

75. Снитюк В.Є. Спрямована оптимізація і особливості еволюційної гене-рації потенційних розв'язків // Матеріали V Міжн. школи-семінару «Теорія прийняття рішень», Ужгород (1-6 жовтня 2012). – С. 182-183.

76. Бренич Я.В., Тимощук П.В. Нейромеревеві методи розв'язання задачі класифікації. Науковий вісник НЛТУ України. 2012. С. 343–349.

77. Коваленко Р.І. Розробка способу визначення необхідної чисельності багатфункціональних мобільних аварійно-

рятувальних комплексів контейнерного типу для комплектування аварійно-рятувальних формувань. Науковий вісник: цивільний захист та пожежна безпека. 2017. 2 (4), 40–46.

78. Коваленко Р.І., Калиновський А.Я., Назаренко С.Ю., Кривошей Б.І., Грінченко Є.М. Розробка методу комплектування аварійно-рятувальних формувань оперативними транспортними засобами. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.175110

Наукове видання

**Андрій Хижняк, Василь Кришталь,
Михайло Кропива, Олег Бас**

**СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО КОМПЛЕКТУВАННЯ
АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

Монографія

Підписано до друку 19.12.2023.
Обл.-вид. арк. 3. Ум. друк. арк. 7,5.
Замовлення № 35.
ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України
вул. Онопрієнка, 8, м. Черкаси, 18034

