

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ**

---

**ISSN 1681-7710**

# **СИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ**

**Збірник наукових праць**

**Випуск 7 (47)**

**Харків – 2005**

У збірнику відображені результати досліджень з розробки нових інформаційних технологій як для рішення традиційних задач збору, обробки та відображення даних, так і для побудови систем обробки інформації у різних проблемних галузях.

Для викладачів, наукових та інженерно-технічних працівників, які займаються питаннями розробки та застосування нових технологій, обробкою інформації, а також для аспірантів та студентів старших курсів відповідних спеціальностей.

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

**Голова:** СТРЕЛКОВ Олександр Іванович (д.т.н., проф., ХУ ПС).

**Члени:** БІЛЬЧУК Віктор Михайлович (д.т.н., проф., ХУ ПС);

ГОЛКІН Дмитро Васильович (д.т.н., проф., ХУ ПС);

СВІДОКІМОВ Віктор Федорович (член-кор. НАНУ, д.т.н., проф., ІПМЕ НАНУ);

ІВАНОВ Віктор Кузьмич (д.ф.-м.н., с.п.с., ІРЕ НАНУ);

КАРАСЬ В'ячеслав Ігнатович (д.ф.-м.н., проф., ХУ ПС);

КАРПЕНКО Володимир Іванович (д.т.н., проф., ХУ ПС);

КОВТУНЕНКО Олексій Петрович (д.т.н., проф., ЦНДІ ОВТ ЗСУ);

КОЗЕЛКОВ Сергій Вікторович (д.т.н., проф., НАОУ);

КОНОВАЛЕНКО Олександр Олександрович (академік НАНУ, д.ф.-м.н., проф., РІ НАНУ);

КОНОНОВ Борис Тимофійович (д.т.н., проф., ХУ ПС);

КУПЧЕНКО Леонід Федорович (д.т.н., проф., ХУ ПС);

ЛОССВ Юрій Іванович (д.т.н., проф., ХУ ПС);

ОЛЕКСАНДРОВА Алевтина Олександрівна (д.ф.-м.н., проф., ХУ ПС);

ПРИЛЕПСЬКИЙ Євген Дмитрович (д.ф.-м.н., проф., ХУ ПС);

СМЕЛЯКОВ Сергій В'ячеславович (д.ф.-м.н., проф., ХУ ПС);

СТАССВ Юрій Володимирович (д.т.н., проф., ХУ ПС);

ТОЛУБКО Володимир Борисович (д.т.н., проф., НАОУ);

ФОМЕНКО Олег Миколайович (д.т.н., проф., ХУ ПС);

ХАРЧЕНКО В'ячеслав Сергійович (д.т.н., проф., ХУ ПС);

ЧИНКОВ Віктор Миколайович (д.т.н., проф., ХУ ПС).

**Відповідальний секретар:** КУЧУК Георгій Анатолійович (к.т.н., с.п.с., ХУ ПС).

**Адреса редколегії:** 61023, м. Харків, вул. Сумська 77/79, ГНК, к. 101-Г.

**Телефон редколегії:** +38 (057) 704-96-47 (консультації, прийом статей).

**E-mail редколегії:** coi@hups.edu.ua.

**Інформаційний сайт:** www.hups.edu.ua.

*Затверджено до друку Вченою Радою Харківського університету Повітряних Сил  
(протокол № 17 від 27 квітня 2005 року)*

*Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 9500 від 13.01.2005 р.*

## ЗМІСТ

### ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Аветисян В.Г., Стрілець В.М. Розробка системи підготовки особового складу оперативно-рятувальної служби до проведення робіт на зруйнованих будівлях .....	3
Адаменко Н.И. Математическое моделирование вытекания жидкости из резервуара в режиме «Выстрел с продолжением» .....	8
Анголенко Л.А., Семченко Г.Д., Виноградов В.Е., Тищенко С.В., Доронин Е.В. Методы защиты углеродсодержащих огнеупоров от окисления ....	17
Барбашин В.В., Фесенко Г.В., Черепаша Р.Е., Подорожняк А.О. Оптимізація використання засобів механізації робіт при ліквідації надзвичайних ситуацій .....	21
Безуглов О.Е., Дадашев И.Ф. Математическое моделирование развития каскадного пожара в наборе зданий и сооружений .....	25
Беспалов А.В., Мешковський М.С. Екологічні проблеми забезпечення пожежної безпеки у Збройних Силах України .....	28
Бобов С.В., Сидоренко О.С. Возможности применения автоматизированных систем управления при ликвидации чрезвычайных ситуаций с нечеткими исходными параметрами .....	34
Варфоломеев В.Н., Мисюра Н.И. Нормирование расхода топливно-смазочных материалов пожарной и аварийно-спасательной техники при ликвидации чрезвычайных ситуаций .....	39
Васильченко О.В., Стець М.М. Проблемні питання евакуації людей з висотних будівель .....	43
Вагули Л.П., Мануйленко В.Г. Основы проектирования организации строительства обходов и временных мостов в чрезвычайных ситуациях .....	47
Вольський В.А., Онисенко А.А., Гаврилко О.А. Екстрене охолодження потерпілих при перегріванні за допомогою охолоджуючих хімічних пакетів ....	51
Гелета А.В., Адаменко Н.И., Васильченко А.В., Квитковский Ю.В. Конструктивные основы обеспечения пожарной безопасности и эвакуации людей в случае пожара в зданиях повышенной этажности и высотных зданиях .....	55
Доронін Є.В., Стельмах О.А. Підвищення протипожежної надійності будівельних комплексів .....	59
Жижарев А.В. Расчет риска материальных последствий чрезвычайных ситуаций на арсеналах и складах боеприпасов .....	63
Зенченко А.Д. Актуальные проблемы подготовки населения по вопросам предупреждения чрезвычайных ситуаций и действий при их возникновении ...	66
Ковалев А.И., Елагин Г.И., Тищенко А.М. К проблеме создания огнестойких покрытий на основе отечественных вспучивающихся материалов ..	73
Ковалишин В.В., Чернов С.М. Експериментальні дослідження небезпечних факторів на початковій стадії розвитку пожежі .....	77
Курская Т.Н., Иванова Е.П. Метрологическое обеспечение температурных измерений промышленных средств автоматизации на объектах с повышенным риском пожаробезопасности .....	84
Ларин А.А. Собственные колебания циклически-симметричных систем с расстройкой .....	91
Ларін О.М., Кривошій Б.І. Відносні коливання вантажу, спричинені	

## ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ РОБІТ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

В.В. Барбашин<sup>1</sup>, Г.В. Фесенко<sup>1</sup>, Р.Е. Черпаха<sup>1</sup>, А.О. Подорожняк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Академія цивільного захисту України,

<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил

*Пропонується модель оптимального використання силами цивільного захисту наявного парку засобів механізації робіт та визначення потреби в них для виконання всього комплексу заходів з ліквідації надзвичайних ситуацій.*

*засоби механізації робіт, ліквідація надзвичайних ситуацій*

**Постановка проблеми.** Аварійно-рятувальні роботи (АРР), які спрямовані на пошук, рятування і захист людей під час ліквідації надзвичайних ситуацій [1] і здійснюються відповідними підрозділами цивільного захисту (ЦЗ), включають: розбирання завалів, прокладку колонних шляхів руху, відкопування і відкриття завалених підвалів і сховищ та інші інженерні заходи. Для виконання таких робіт залучаються засоби механізації робіт (ЗМР): бульдозери, екскаватори, траншеєкопачі, мостоукладачі, автокрани та ін. Оскільки залучення ЗМР здійснюється, як правило, в умовах жорстких обмежень щодо витрат на їх експлуатацію, розробка моделей оптимального використання ЗМР за критерієм мінімуму витрат є важливою науковою задачею.

**Аналіз літератури.** Аналіз робіт за даною тематикою [1 – 4] дозволив виявити ряд недоліків існуючих підходів до оптимізації використання ЗМР. До таких недоліків слід віднести неможливість визначення потреб у додаткових ЗМР, а також не врахування різної кількості ЗМР та їх продуктивності при проведенні різних комплексів та видів АРР.

**Мета статті** – запропонувати математичну модель оптимального використання підрозділами ЦЗ наявного парку ЗМР та визначення потреби в них для здійснення всіх комплексів АРР у встановлені терміни та з мінімальними витратами.

**Викладення основних результатів.** Для формування моделі введемо наступні позначення:  $i = \overline{1, m}$  – вид роботи (відкопування прямокутного заданого об'єму в ґрунті у стіні будинку, устрій проїзду по верху завалу для пропуску гусеничної техніки, переміщення завалу заданої висоти з проїжджої частини вулиці тощо);  $j = \overline{1, n}$  – вид засобів механізації робіт

(бульдозери різних модифікацій, траншеєкопачі, екскаватори тощо);  $k = \overline{1, N}$  – вид комплексу робіт (прокладання проїздів на заваленій території, розбір завалів обвалених будинків, відкопування і відкривання завалених сховищ тощо);  $r = \overline{1, R}$  – вид засобів механізації робіт, які можуть бути залучені додатково;  $a_{jk}$  – продуктивність  $j$ -го виду засобів механізації робіт при виконанні  $i$ -ої роботи  $k$ -го комплексу;  $a_{ik}$  – продуктивність  $r$ -го виду засобів механізації робіт при виконанні  $i$ -ої роботи  $k$ -го комплексу;  $A_{ik}$  – обсяг  $i$ -ої роботи  $k$ -го комплексу;  $Q_j$  – кількість наявних засобів механізації робіт  $j$ -го виду;  $q_{jk}$  – кількість засобів механізації робіт  $j$ -го виду, які не використовуються при виконанні  $k$ -го комплексу робіт;  $p_{rk}$  – кількість засобів механізації робіт  $r$ -го виду, які можна залучити додатково до виконання  $k$ -го комплексу робіт;  $c_{ijk}$  – витрати на використання  $j$ -го виду  $P$  при виконанні  $i$ -ї роботи  $k$ -го комплексу;  $s_{irk}$  – витрати на використання  $r$ -го виду засобів механізації робіт при виконанні  $i$ -ої роботи  $k$ -го комплексу;  $t_{ijk}$  – тривалість роботи  $j$ -го виду засобів механізації робіт при виконанні  $i$ -ї роботи  $k$ -го комплексу;  $t_{irk}$  – тривалість роботи  $r$ -го виду засобів механізації робіт при виконанні  $i$ -ї роботи  $k$ -го комплексу;  $x_{ijk}$  – кількість засобів механізації робіт  $j$ -го виду, які необхідно залучити при виконанні  $i$ -ї роботи  $k$ -го комплексу;  $y_{irk}$  – кількість засобів механізації робіт  $r$ -го виду, які необхідно залучити для виконання  $i$ -ї роботи  $k$ -го комплексу.

Математична модель полягає в пошуку мінімуму витрат

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^N c_{ijk} t_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^R \sum_{k=1}^N s_{irk} t_{irk} y_{irk} \rightarrow \min$$

при наступних обмеженнях:

– на виконання обсягу кожного виду робіт

$$\sum_{j=1}^n a_{ijk} t_{ijk} x_{ijk} + \sum_{r=1}^R a_{irk} t_{irk} y_{irk} \geq A_{ik} \quad (i = \overline{1, m}; k = \overline{1, N});$$

– на можливості наявного парку засобів механізації робіт

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} \leq A_j - q_{jk} \quad (j = \overline{1, n}; k = \overline{1, N});$$

– на засоби механізації робіт, що залучаються додатково

$$\sum_{i=1}^m y_{ik} \leq p_{rk} \quad (r = \overline{1, R}; k = \overline{1, N});$$

– на знак змінних

$$x_{ijk} \geq 0, y_{ik} \geq 0.$$

Розглянемо можливість застосування запропонованої моделі на наступному прикладі. Нехай задано, що підрозділу ЦЗ необхідно у встановлені терміни і з мінімальними витратами провести комплекс АРР, який полягає в прокладці проїзду на заваленій території і включає два види робіт: розчистку проїжджої частини вулиці від завалу великих залізобетонних елементів (перший вид роботи) та переміщення завалу з цегли з проїжджої частини вулиці (другий вид роботи). У кожному виді робіт беруть участь ЗМР двох видів:

- бульдозер на тракторі С-100 (перший вид);
- бульдозер на тракторі ДЕТ-250 (другий вид).

Крім того, підрозділ ЦЗ може залучити під час проведення першого виду робіт ще один вид ЗМР – бульдозер на тракторі Т-140 (додатковий вид ЗМР). Обсяг виконаних робіт повинен бути не меншим за 660 ум.од. продукції для першого виду робіт та 500 – для другого. Інші параметри моделі задані у табл. 1.

Таблиця 1

Параметри моделі оптимізації

Параметри моделі	Види ЗМР				
	1-й вид ЗМР		2-й вид ЗМР		додатковий вид ЗМР
	1-й вид роботи	2-й вид роботи	1-й вид роботи	2-й вид роботи	1-й вид роботи
Тривалість, г	10	10	10	10	10
Продуктивність, ум. од. продукції в годину	10	16	12	25	80
Витрати, ум. грошових од.	100	50	200	300	800
Наявний парк, пгт	6		4		3
Вибуває, пгт	2		1		–

Таким чином, модель оптимізації для даного прикладу набуде наступного вигляду:

$$100x_{11} + 200x_{12} + 50x_{21} + 300x_{22} + 800y_{11} \rightarrow \min;$$

$$100x_{11} + 120x_{12} + 800y_{11} \geq 660;$$

$$160x_{21} + 250x_{22} \geq 500;$$

$$x_{11} + x_{21} \leq 4;$$

$$x_{12} + x_{22} \leq 3;$$

$$y_{11} \leq 3;$$

$$x_{11} \geq 0, x_{12} \geq 0, x_{21} \geq 0, x_{22} \geq 0, y_{11} \geq 0.$$

Розв'язуючи цю задачу, як задачу лінійного програмування, було розрахована наступна структура парку ЗМР під час виконання даного комплексу робіт:

$$x_{11} = 4; x_{12} = 1; x_{21} = 0; x_{22} = 2; y_{11} = 1.$$

При цьому мінімальна вартість організації робіт склала 2000 ум. грошових одиниць. Таким чином, оптимальним є:

- проведення 1-го виду робіт чотирма ЗМР 1-го виду, одним ЗМР 2-го виду з залученням одного ЗМР додаткового виду;
- проведення 2-го виду робіт з залученням двох ЗМР другого виду.

**Висновки.** Таким чином, запропонована модель дозволяє оптимально використати під час АРР наявний парк ЗМР з урахуванням поточних змін у кількості ЗМР під час виконання різних видів робіт та визначити вид та кількість ЗМР, які необхідно залучити додатково.

Результати, отримані з використанням розробленої моделі, доцільно враховувати під час розробки науково обґрунтованих пропозицій начальнику штабу з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації стосовно кількості та виду ЗМР, необхідних для виконання АРР.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Цивільна оборона / О.П. Депутат, І.В. Коваленко, І.С. Мужик. За ред. В.С. Франчука. – Львів: Афіша, 2001. – 336 с.*
2. *Довідник з цивільної оборони та з питань захисту населення у надзвичайних ситуаціях мирного часу. – К.: ЗАТ „Укртехногрупа”, 2001. – 328 с.*
3. *Шоботов В.М. Цивільна оборона. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 438 с.*
4. *Каммерер Ю.Ю., Харкевич А.С. Аварийные работы в очагах поражения. – М: Воениздат, 1980. – 208 с.*

*Надійшло 25.02.2005*

**Рецензент:** доктор технічних наук, професор І.Г. Черванев,  
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна.