

УДК 623.765:681.513.6

М.А. Павленко, Т.Ю. Міщенко, М.Ю. Гусак, С.І. Сімонов

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ РАДІОТЕХНІЧНОГО БАТАЛЬЙОНУ

В статті розглянуто способи відображення інформації про технічний стан озброєння радіотехнічного батальйону, методи моделювання діяльності оператора АСУ, їх переваги, практична реалізація та способи вдосконалення.

**Ключові слова:** оператор, інформаційна модель, інформаційний елемент, ергономіка.

### Вступ

При використанні в процесі управління повітряним рухом автоматизованих систем управління (АСУ) оператор працює в умовах складної динамічної обстановки. В таких умовах на етапі створення системи відображення інформації АСУ необхідно проводити попереднє дослідження діяльності оператора для отримання оцінок його діяльності, на основі яких буде розроблятися системне інформаційне забезпечення. В умовах активного розвитку засобів моделювання, існує можливість моделювання діяльності оператора в різних умовах обстановки. Отримані данні моделювання дозволяють оцінити розподілення часу на виконання різних видів діяльності та вдосконалити їх інформаційне забезпечення.

**Аналіз літератури.** Дослідженню методів створення інформаційних елементів (ІЕ) і керування інформаційною моделлю (ІМ) при організації інформаційної підтримки процесу прийняття рішень операторами АСУ присвячено багато робіт [1 – 7]. Сутність методів полягає у наступному:

– метод формування текстових ІМ використовується при відображенні статичної інформації. Основною задачею сформованих при реалізації метода простих інформаційних моделей є представлення статичних текстових даних, необхідних в процесі роботи оператора. Прикладом таких ІМ можуть бути інструкції, алгоритми роботи, переліки вирішуваних задач представлені оператору у вигляді текстових документів;

– алгоритмічні методи створення і керування ІМ дозволяють сформулювати моделі, відображаючи алгоритм діяльності оператора, і в свою чергу поділяються на інформаційно-логічні і командно-інформаційні. Ці моделі використовуються для керування одним складним об'єктом (енергоблоком, ядерним реактором тощо);

– метод, що реалізує образотворчий підхід до відображення інформації з обмеженим обліком алгоритму діяльності особи, що приймає рішення (ОПР). Такий підхід дозволяє створювати більш досконалі інформаційні моделі (ІМ) в порівнянні з

методом наведеним вище. Однак, к недолікам такого підходу можна віднести обмежене число програм керування ІМ, відсутність можливості адаптивного управління параметрами відображення ІМ і реалізація підтримки діяльності ОПР по обмеженому набору алгоритмів рішення задач управління.

Таким чином, питання пов'язані зі створенням системи інформаційного забезпечення оператора з урахуванням ситуації, що склалася дослідженні і представлені в літературі достатньо широко, однак потребують проведення подальших досліджень.

**Мета статті.** Представити результати дослідження діяльності оператора та внести пропозиції щодо вдосконалення ІМ контролю технічного стану озброєння та техніки радіотехнічного батальйону.

### Основна частина

Для оперативної оцінки обстановки, що складається прийняття раціонального рішення в умовах дефіциту часу командир батальйону повинен мати можливість отримати всю необхідну йому для прийняття рішення інформацію про стан підпорядкованих підрозділів і технічних засобів. У той же час аналіз можливостей КЗА, що стоять на озброєнні показує, що їх програмне забезпечення та засоби відображення інформації в основному орієнтовані на обробку інформації про повітряні об'єкти.

Найбільш узагальненою характеристикою бойових можливостей *рпб* є радіолокаційне поле (РЛП).

Цілком очевидно, що управління РЛП неможливо без знання можливостей радіолокаційного озброєння батальйону і поточного його стану.

Реалізований варіант інформаційного забезпечення діяльності ОБО (рис. 1) щодо стану засобів створення РЛП не дозволяє здійснювати оперативну оцінку їх стану в ході бойової роботи.

Модель діяльності ОБО при рішенні задачі з отримання інформації про технічний стан *рпб* може бути представлена графом (рис. 2), де значення  $p_{ij}$  й  $t_{ij}$  представлені як  $w_{ij}$ , де  $w_{ij} = (p_{ij}, t_{ij})$ , де  $p_{ij}$  – імовірність переходу від події  $i$  до події  $j$ ;  $t_{ij}$  – час, затрачений на перехід від події  $i$  до події  $j$ ;

$i = j = N - i$  відповідають кількості станів, у яких може перебувати ОБО.

Дослідження показують, що розподіл випадкових значень часу рішення задач при роботі ОБО із імітаційною моделлю є, як правило, усіченим, уні-модальним і несиметричним.

Зі збереженням достатньої точності можна використовувати окремий випадок бета-розподілу, щільність якого описується виразом (3):

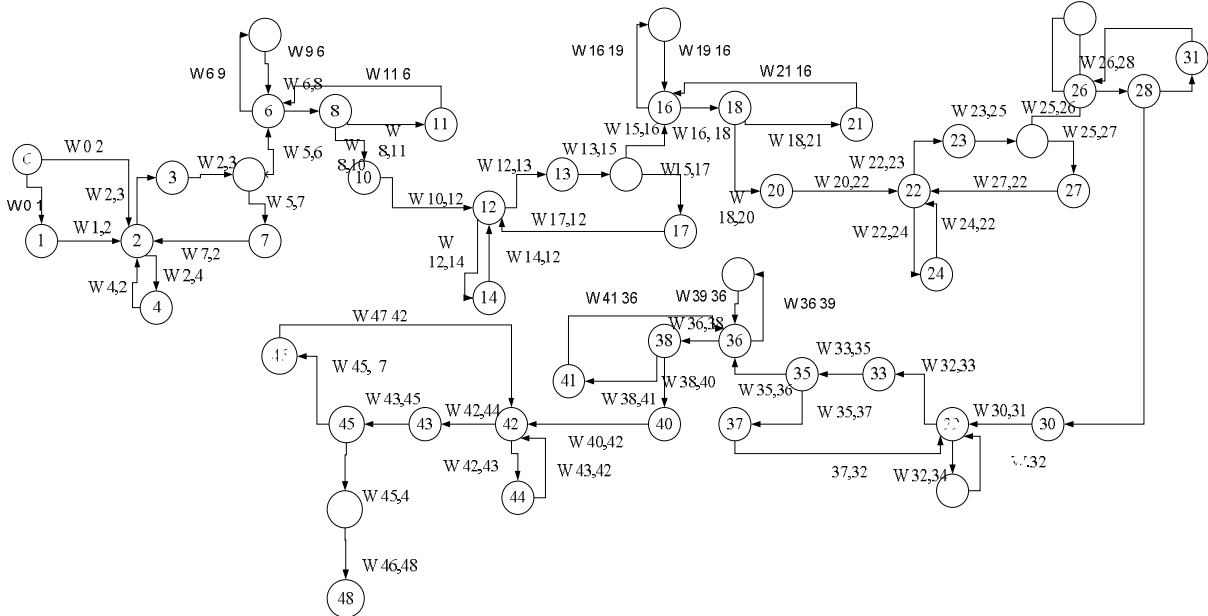


Рис. 2. Модель діяльності ОБО при з'ясуванні інформації про технічний стан *ртб*

$$f(\tau) = \begin{cases} \frac{12}{(t_2 - t_1)^4} (\tau - t_1)(t_2 - \tau)^2 C, & \tau > t_1, \tau < t_2, \\ 0, & \tau \leq t_1, \tau \geq t_2. \end{cases}$$

Для дослідження процесу отримання інформації про стан *ртб* використана імітаційна модель, яка представлена на рис. 2. При проведенні експерименту були визначені операції, діяльності ОБО, які пов'язані з аналізом ІМ. Критеріями, які оцінювалися в ході виконання різних дій оператором були: час виконання дій, імовірність виконання цих дій та імовірність переходу до наступної дії, математичне очікування часу виконання дій по з'ясуванню стану озброєння *ртб*. Отримані оцінки математичного очікування виконання дії при оцінці інформації в імітаційній моделі наведені на рис. 3.

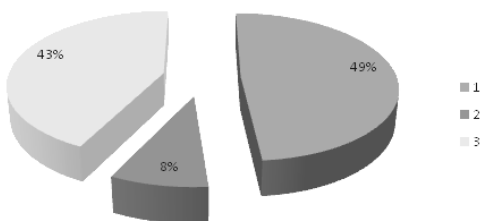


Рис. 3. Розподіл витрат часу оператора при аналізі технічного стану *ртб*

| Гідрозділ | Ведуть бойову роботу |      |      |      | Готовність рлр |    |    |
|-----------|----------------------|------|------|------|----------------|----|----|
|           | Г-12                 | 19Ж6 | Г-19 | ПРВ- | №1             | №2 | №3 |
| 1-а рота  | ●                    | ○    | ○    | ○    | ○              | ●  | ○  |
| 2-а рота  | ○                    | ○    | ○    | ○    | ○              | ○  | ●  |
| 3-а рота  | ○                    | ○    | ○    | ○    | ○              | ○  | ●  |
| 4-а рота  | ○                    | ●    | ●    | ●    | ●              | ○  | ○  |

Рис. 1. Табло стану і бойової діяльності рлр (приклад)

На рис. 3:

- 1 – використання телефонного зв'язку (49%);
- 2 – обробка інформації (8%);
- 3 – робота з табло про технічний стан *ртб* (43%);

Отримані результати дозволяють зробити висновки, що на отримання та усвідомлення інформації про технічний стан засобів *ртб* необхідно до 130 с.

Проведений аналіз діяльності ОБО показує необхідність розроблення та вдосконалення ІМ для забезпечення процесу оцінки стану технічних засобів *ртб*. Однією з основних вимог при виборі форми представлення інформації про об'єкти в складі ІМ є вимога простоти і точності ідентифікація мнемознака з реальним об'єктом.

Найбільш прийнятною ознакою класифікації РЛС *ртб* для подання їх на табло-мнемосхему є класифікація за функціональним призначенням (рис. 4).

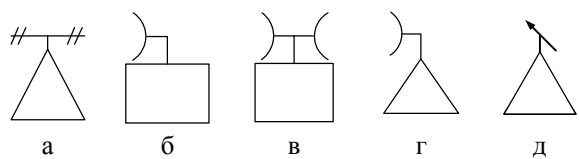


Рис. 4. Мнемознаки для відображення типу РЛС: а – РЛС чергового режиму; б – РЛС бойового режиму; в – РЛС бойового режиму; г – маловисотні РЛС; д – рухомий радіовисотомір

Для станів готовності РЛС пропонується використовувати наступні кольори заливки символу: несправне – червоний колір; готовність номер один – зелений; готовність номер два – бежевий; готовність номер три – білий. Для відображення режиму огляду простору пропонується застосувати додатковий символ, що розміщується під основним символом РЛС (рис. 5, 6).

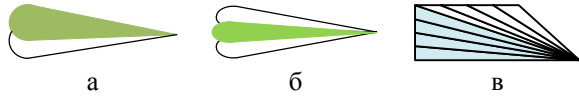


Рис. 5. Додатковий символ для відображення режиму огляду простору: а – для РЛС з двома положеннями діаграми спрямованості; б – для РЛС з трьома положеннями діаграми спрямованості; в – для РЛС з чотирма режимами огляду простору

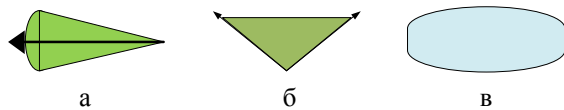


Рис. 6. Символи для відображення режиму вимірювання висоти РРВ: а – робота з даними зовнішнього цілевказівки; б – вимірювання висоти в секторному режимі; в – вимірювання висоти в режимі кругового огляду

Для скорочення розміру мнемосхеми пропонується відображати однотипні комплекти у вигляді вкладеної фігури, представлені на рис. 7.

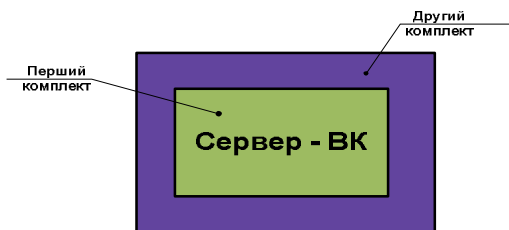


Рис. 7. Мнемознак для відображення стану обчислювального комплексу

Основним напрямом в розвитку АСУ військового призначення є створення мобільних пунктів управління, для яких основним засобом зв'язку є радіо- і радіорелейний зв'язок. Тому далі розглядається розробка ІМ стану засобів радіозв'язку вузла зв'язку *ртб*. В даний час зв'язок в *ртб* організується у вигляді радіомереж, основними елементами яких є радіостанції, радіоприймачі та радіорелейні станції, форма зображення яких наведені рис. 8.

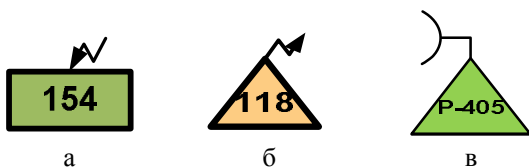


Рис. 8. Мнемознаки для відображення стану засобів радіозв'язку: а – радіоприймач; б – радіостанція; в – радіорелейна станція

Стан кожного елемента кодується кольором контуру і заливки: *спрвний*, вимкнений – контур чорний, заливка біла; *включений*, режим основний – контур чорний, заливка зелена; – *включений*, режим навантажений резерв – контур чорний, заливка зелена, прозорість п'ятдесят відсотків; – *несправний* – контур червоний, заливка червона, прозорість п'ятдесят відсотків. Зображення автоматизованого робочого місця (АРМ) наведено на рис. 9.



Рис. 9. Символ АРМ

Інтегральна модель об'єкта відображає його узагальнений стан: справність і бойову готовність об'єкта. Розгорнута модель може відображатися на додатковій панелі екрану монітора (рис. 10).

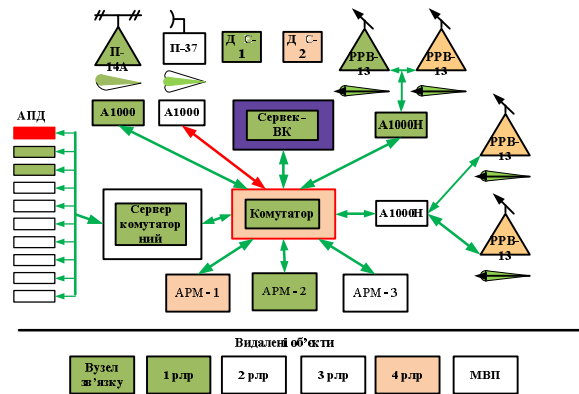


Рис. 10. Табло-мнемосхема технічного стану засобів АСУ та радіолокаційного озброєння (варіант)

Загальна структура ІМ відображення даних про стан озброєння *ртб* наведена на рис. 11.

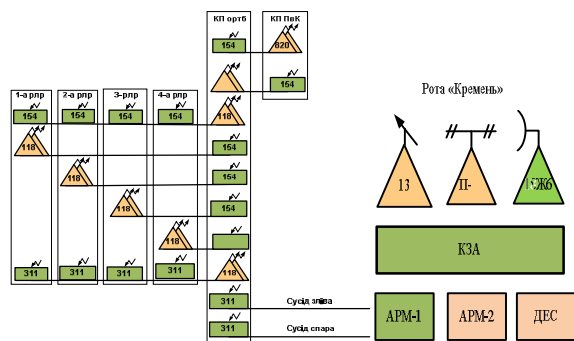


Рис. 11. Загальний вигляд монітора робочого місця ОБО

Запропоновані ІМ контролю стану озброєння та техніки *ртб*, привело до зміни моделі діяльності ОБО. Отримані оцінки математичного очікування виконання дії при оцінці інформації в ІМ оператором на рис. 12.

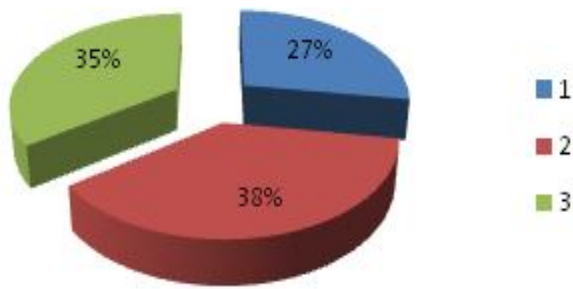


Рис. 12. Розподіл витрат часу оператора при з'ясуванні інформації про технічний стан *ртб*

На рис. 12:

- 1 – отримання інформації (27%);
- 2 – обробка інформації (38%);
- 3 – оцінка технічного стану 1, 2, 3, 4 *рлр* (35%).

Отримані результати дозволяють зробити висновки, що на отримання та усвідомлення інформації про технічний стан *ртб*, згідно з розробленою ІМ витрачається 20 с. Такий результат задовольняє очікування, адже вони приблизно в 6 разів перевершують результати попереднього експерименту (132 с).

## Висновки

Діяльність оператора проходить в умовах складної динамічної обстановки, тому дослідження даної діяльності в реальних умовах є економічно недоцільно, однак для проектування ефективного інформаційного забезпечення його діяльності необхідне отримання попередніх оцінок, які складають інформаційне забезпечення. В умовах активного розвитку засобів моделювання, існує можливість моделювання діяльності оператора в різних умовах обстановки згідно цього було прийняте оптимальне рішення щодо розподілення часу на виконання різних задач, що поставлені перед оператором та удосконалення його діяльності.

Провівши моделювання, необхідно було звернути увагу на те, що оператор багато часу витрачає на сприйняття інформації. Для того, щоб зменшити час оцінки інформації треба було зменшити час роботи оператора з табло, тобто час, який витрачається на сприйняття символів, шляхом зміни подання інформації з символного типу на графічний.

Отримані результати показали, що час на видачу інформації зменшився у 6 разів.

В роботі було запропоновано відображення інформаційних елементів. А головне, проведене дослідження часу роботи оператора з удосконаленим табло-мнемосхемою технічного стану озброєння *ртб*. Після порівняння результатів досліджень можливо зробити висновок, що внесені зміни дали очікувані результати, і час роботи оператора з табло зменшився.

## Список літератури

- 1 Анохин А.Н. О возможности применения CASE-технологии в задачах моделирования деятельности оператора / А.Н. Анохин Диагностика и прогнозирование состояния объектов сложных информационных интеллектуальных систем; под общ. ред. В.А. Острейковского // Сборник научных трудов № 13 кафедры АСУ. – Обнинск-Сургут: ИАТЭ-СГУ, 1999. С. 130-135.
- 2 Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации / В.Ф. Венда. – М.: Машиностроение, 1975. – 398 с.
- 3 Герасимов Б.М. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Б.М. Герасимов, В.А. Тарасов, И.А. Токарев. – К.: Наукова думка, 1993. – 184 с.
- 4 Мунитов О.В. Эргономика / О.В. Мунитов, В.П. Зинченко. – М., 2003. – 351 с.
- 5 Павленко М.А. Метод анализа деятельности оператора автоматизированных систем управления воздушным движением // Системы обработки информации / М.А. Павленко, П.Г. Бердник, И.Ю. Хромов. – Х.: ХУ ПС, 2007. – Вып. 1(59). – С. 78-81.
- 6 Попов Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ / Э.В. Попов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 288 с.
- 7 Середа Г.К. Инженерная психология / Г.К. Середа, Г.В. Бочаров, Г.В. Репкина. – К.: Вища шк., 1976. – 307 с.
- 8 Пятков Ю.П. Организация управления военнотехническими системами: учеб. пособ. / Ю.П. Пятков. – Х.: ХВУ, 1997. – 205 с.
- 9 Ярушек В.Е. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления / В.Е. Ярушек. – Х.: ХВУ, 1993. – 446 с.

Надійшла до редколегії 4.01.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. О.І. Тимочко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО БАТАЛЬОНА

М.А. Павленко, Т.Ю. Мищенко, М.Ю. Гусак, С.И. Симонов

*В статье рассмотрены способы отображения информации о техническом состоянии вооружения радиотехнического батальона, методы моделирования деятельности оператора АСУ, их преимущества, практическая реализация и способы совершенствования.*

**Ключевые слова:** оператор, информационная модель, информационный элемент, эргономика.

## DEVELOPMENT INFORMATION MODELS CONDITION MONITORING ARMAMENTS AND RADIO ENGINEERING BATTALION

M.A. Pavlenko, T.Y. Mishchenko, M.Y. Gusak, S.I. Simonov

*The article deals with how to display information about the technical condition of weapons of Radio Battalion, modeling techniques of the operator ACS, their advantages, practical implementation and ways to improve.*

**Keywords:** operator, informative model, informative element, ergonomics.