

УДК 623.765:681.513.6

М.А. Павленко<sup>1</sup>, А.В. Самокіш<sup>1</sup>, П.Г. Берднік<sup>2</sup>, С.І. Сімонов<sup>1</sup><sup>1</sup> Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків<sup>2</sup> Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків

## МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ФОРМУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

В статті розглянуто методику розробки інформаційного елементу та етапи формування інформаційної моделі. На основі представленого методу розроблено інформаційний елемент та порівняно його з аналогічним інформаційним елементом, що використовувався в автоматизованих системах управління попередніх поколінь. За отриманими результатами зроблено висновок про, те який інформаційний елемент ефективніший, і про доцільність застосування представленої методики для розробки інформаційних елементів.

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

### Вступ

**Постановка проблеми.** В процесах управління, як у військовій та цивільній справі, вже не можливо виконувати задачі та операції без застосування систем автоматизації, оскільки складність як об'єктів управління, так і самих процесів управління, які вимагають від осіб, що приймають рішення (ОПР), докладати максимум зусиль в оцінці обстановки, зберіганні інформації та прийнятті рішення.

Автоматизовані системи управління (АСУ) є системами «людина-машина», в яких основне рішення приймає ОПР. І якщо комплекси засобів автоматизації (КЗА) можуть безвідмовно, з високою швидкістю і з малою імовірністю помилки виконувати свої функції, то ОПР може значно знизити ефективність АСУ за рахунок часу, який він витрачає на прийняття рішення, і помилок, які він допускає. В усьому процесі прийняття рішення ОПР затрачає основний час і робить більшість помилок саме при прийманні інформації, яку надає КЗА. Саме тому для підвищення ефективності роботи ОПР необхідно покращувати інформаційну модель (ІМ), як засіб взаємодії між ОПР та КЗА. Звідси випливає, що при створенні нових типів АСУ необхідно велику увагу приділяти формуванню ІМ. Процес розробки ІМ складається з процесів створення і компонування інформаційних елементів (ІЕ) і включає багато етапів. В них входять як вивчення діяльності ОПР, визначення задач, що вирішує ОПР, висунення ергономічних вимог до автоматизованих робочих місць (АРМ). Оскільки ОПР є основним елементом АСУ, який приймає основне рішення, то першочерговим є визначення основних параметрів, що дозволяють підвищити ефективність його діяльності. А це неможливо зробити без залучення їх до розробки ІЕ та ІМ. Оскільки саме досвід, набутий ними в процесі прийняття рішення, дозволяє їм визначати, які параметри ІМ дозволять ефективно вирішувати поставлені перед ними завдання.

**Аналіз літератури.** У літературі [1 – 7] наведено основні поняття та визначення теорії ергономіки, приведені основні ергономічні вимоги до сигналів, знакових систем, алфавітів кодування та до інших елементів. Розглянуто психологічні та фізичні особливості діяльності оператора, роботу його аналізаторів пам'яті та оперативного мислення. Розглядаються функції образів в оперативному мисленні, але не розглянуто процеси формування цих образів, не наведені методи розробки інформаційних елементів, не розглядається вплив інформаційної моделі на формування концептуальних образів, і як наслідок, концептуальної моделі.

**Метою статті** є розробка методу формування інформаційних елементів і підвищення ефективності діяльності оператора за рахунок формування в нього простих концептуальних моделей великої інформативності на основі інформаційних моделей.

### Основна частина

**Побудова інформаційного елементу та інформаційної моделі.** Введемо визначення понять інформаційної та концептуальної моделей. *Інформаційна модель* – модель об'єкту, представлена у вигляді інформації, яка відображає суттєві параметри та змінні величини об'єкту, зв'язки між ними, входи та виходи об'єкту і дозволяє шляхом подачі на модель інформації про зміну вхідних величин моделювати можливі стани об'єкту. ІМ можна розглядати і як систему сигналів, що свідчать про: динаміку зміни стану об'єкта управління і процесу управління, умови навколишнього середовища, стан системи управління. У якості ІМ можуть використовуватись візуальні зображення, знаки, графічні моделі та комбіновані зображення (мнемосхеми, карти).

При розробці ІМ повітряної обстановки важливим і необхідним є врахування особистого досвіду осіб, що приймають рішення. Адже вони є експертами в своїй справі, і в них вже формуються стійкі

алгоритми дій в тій чи іншій обстановці, яку відображає ІМ. Це дозволить проектувати ІЕ і компанувати ІМ, які будуть якнайкраще відповідати специфіці роботи оператора.

Побудова ІМ складається з декількох етапів.

1. Необхідно визначити задачі, які буде вирішувати оператор, що використовуватиме ІМ. Звідси випливає інформація, що необхідно відображати.

2. Визначити ступінь важливості інформації, що відображається. Це дозволить найефективніше використати робоче поле ІМ, при розміщенні на ньому ІЕ.

3. Висунути вимоги до ІМ та ІЕ. Вимоги висуюються, враховуючи особливості задачі і важливість інформації, що відображається ІЕ, а також висуюються і ергономічні вимоги.

4. Вибрати алфавіт кодування ІЕ та алгоритм побудови ІМ.

ІМ складається з ІЕ, тому побудову необхідно починати з розробки ІЕ, алгоритм якої включає в себе:

- а) висунання вимог до інформаційного елемента;
- б) аналіз існуючої інформаційної моделі на відповідність встановленим вимогам;
- в) розробку дослідних зразків та методів підвищення характеристик інформаційних елементів;
- г) проведення дослідження;
- д) аналіз результатів та оформлення висновків;
- е) впровадження інформаційного елемента в інформаційну модель.

Після проведення всіх цих операцій можливо отримати інформаційний елемент, який є придатним до застосування в ІМ відображення повітряної обстановки. Для врахування досвіду операторів пропонується активно залучати їх до проектування ІМ. Перш за все, перед розробкою ІЕ проводити дослід. Він полягає в анкетуванні осіб, що приймають рішення. В анкеті, приклад якої представлений на рис. 1, буде пропонуватися операторам самим показати ІЕ, який на їх думку буде ефективно сприйматися ними в порядку роботи.

Питання для визначення коефіцієнту компетентності опитуваних	(звання П.І.Б) (підрозділ)	Назва ІЕ	Назва ІЕ
		Назва ІЕ	Назва ІЕ
		Назва ІЕ	Назва ІЕ

Рис. 1. Приклад анкети для опитування

Анкета складається з двох частин. В першій частині опитуваний має надати особисту інформацію

про своє звання, фамілію, та підрозділ, а також пройти тест, за результатом якого визначається рівень компетентності даного опитуваного в задачах, які йому пропонується вирішувати [6]. Коефіцієнт компетентності  $K_i^{(l)}$  – це рівень компетентності  $i$ -го експерта, де  $i = 1, N$  при оцінюванні  $l$ -ї проблеми, значення якого змінюються в межах

$$0 \leq K_i^{(l)} \leq 1. \quad (1)$$

Якщо  $K_i^{(l)} = 0$ , експерт визнається некомпетентним при рішенні  $l$ -ї проблеми, а якщо одиниця, то експерт вважається цілком компетентним.

Для визначення коефіцієнта компетентності використовуються різні методи.

Документальний метод припускає оцінку компетентності на основі таких документальних даних, як число наукових праць в області оцінюваної проблеми, учений ступінь, стаж практичної роботи, займана посада і т.д. Тестовий метод полягає в тім, що оцінка компетентності виробляється на підставі чи рішення тестових задач, у яких відбита специфіка предмета експертизи. Метод взаємної і самооцінки експертів полягає в тому, що кожен експерт дає оцінку компетентності своїх колег і своєї власної, вираженим числом у межах від 0 до 1. Для даного дослідження було обрано тестовий метод оцінки компетентності. Для тесту було підібрано 20 завдань, які мали вирішити експерти, і по результатам тесту було визначено їх коефіцієнт компетентності.

В другій частині анкети пропонується вибрати ті алфавіти кодування для ІЕ, які на його думку будуть ефективно сприйматися ним, і відобразити їх у відведених для цього місцях. Для дослідження було висунуто чотири ІЕ відображення абстрактних понять, а саме: «співвідношення сил» (СВ), «свій літак» (СЛ), «групова повітряна ціль» (ГПЦ), «напрямок головного удару» (НГУ). Тестування проводилося серед курсантів 1 – 5 курсів факультету АСУ та НЗПА. На тест відводилося 25 хвилин. Зібравши анкети, було визначено, що серед 40 осіб, що проходили тест, необхідний поріг коефіцієнта компетентності  $K_n = 0,45$  мали лише 23 чоловіка. Середній коефіцієнт компетентності групи склав  $K_c = 0,5$ . Обробивши дані анкет осіб, чий рівень компетентності задовольняв граничному рівню, було визначено, які категорії коду, на думку осіб, що тестувалися, найбільш ефективно підходять для більшості операторів. Результати експертної оцінки зображені в табл. 1.

Для подальшої розробки був обраний інформаційний елемент, який відображає таке абстрактне поняття як «групова повітряна ціль». Як видно з табл. 1, для кодування даного елемента експерти віддали перевагу кодуванню числом елементів, абстрактними геометричними фігурами, умовними знаками та кольором.

Таблиця 1

Результати анкетування

	умовні знаки	букви і цифри	абстрактні геометричні фігури	орієнтування лінії	колір	число елементів	розмір	довжина і тип ліній
СВ	0,11	0,11	0,3	0,00	0,24	0,08	0,08	0,08
ГПЦ	0,44	0,04	0,21	0,11	0,11	0,26	0,02	0,02
СЛ	0,42	0,00	0,24	0,08	0,18	0,00	0,05	0,03
НГУ	0,01	0,01	0,3	0,31	0,04	0,01	0,00	0,32

Відповідно до цих положень був розроблений інформаційний елемент, який зображений на рис. 2.

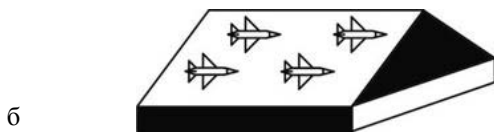


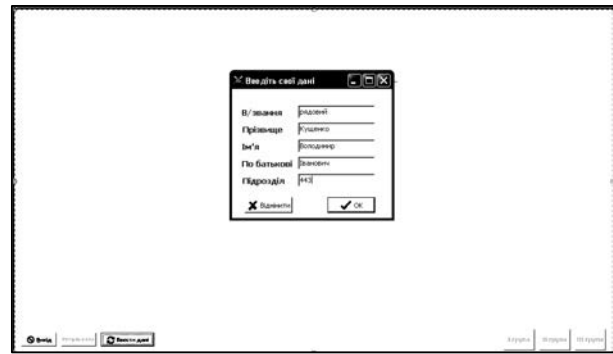
Рис. 2. Зразок інформаційного елементу «групова повітряна ціль»

Для порівняння був вибраний інформаційний елемент, що відображає групову повітряну ціль, що застосовувався в ІМ АРМ МП22, АСУ попередніх поколінь (рис. 3).

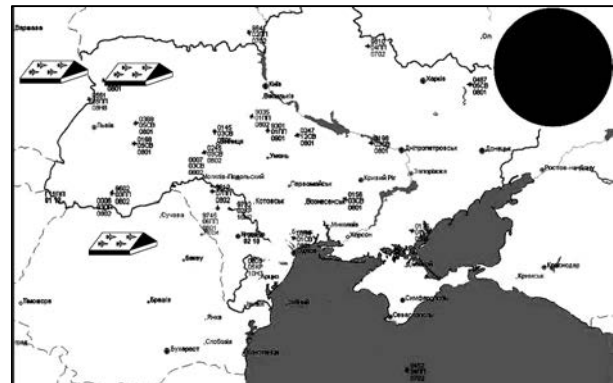


Рис. 3. Інформаційний елемент «групова повітряна ціль» ІМ АРМ МП22

Щоб порівняти ці два елементи, необхідно визначити, який з представлених елементів краще упізнається, обробляється і аналізується оператором. А для того, щоб можна було б зробити необхідні висновки, потрібно визначити такі характеристики елементів, як: математичне сподівання часу обробки кожного елементу, ймовірність правильного рішення та ймовірність помилки. Тому було проведено експеримент, суть якого полягала в тестуванні осіб, що приймають рішення. Сам експеримент включає в себе проведення тестування та аналіз отриманих результатів. Для цих задач в середовищі програмування Delphi 10 та MS Office Excel була розроблена програма-тест, за допомогою якої проводилось тестування. В цій програмі моделювалась повітряна обстановка, до інформаційної моделі якої були включені дослідні інформаційні елементи. При проходженні тестування визначалися час відповіді та її правильність. На рис. 4 зображено варіант діалогового вікна програми. Експеримент було проведено за участю 44 осіб, при цьому проведено 1188 дослідів. В результаті отримано оцінку математичного сподівання часу реакції та ймовірності правильної відповіді і помилки. Результати експерименту наведено в табл. 2.



а



б

Рис. 4. Діалогове вікно програми: а – інтерфейс вводу особистих даних; б – робоче вікно програми

Наведені результати не дозволяють здійснити однозначне співвідношення дослідних ІЕ. Для формування зваженої оцінки необхідно узагальнити експериментальні результати, за значенням яких визначити кращий тип ІЕ.

Таблиця 2

Результати експерименту

Параметр	ІЕ в ІМ АРМ МП22	Розроблювальний ІЕ
Математичне сподівання часу сприйняття ІЕ, мс	4,15	2,57
Ймовірність правильної відповіді	0,94	0,95
Ймовірність помилки	0,06	0,05

Для проведення узагальнення було використано метод оптимального розкиду параметрів [6]. На основі оціненого узагальненого значення визначається кращий тип ІЕ, яким є зразок з максимальним значенням узагальненого показника.

Результат оцінки узагальненого загальносистемного показника наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Загальносистемний показник

Показник	ІЕ в ІМ АРМ МП22	Розроблювальний ІЕ
Значення	0,58	0,91

За результатами оцінки можна дійти висновку, що кращим є розроблювальний ІЕ.

**Висновок**

В даній роботі розглядався процес розробки ІЕ, з яких компонується ІМ. Було запропоновано і розглянуто методику розробки ІЕ, в якій пропонувалось широко залучати до проектування ІЕ та ІМ ОПР. Використовуючи методику, було розроблено ІЕ «групова повітряна ціль». Після порівняння його з аналогічним ІЕ, що використовувався в ІМ в КЗА МП22, можна зробити висновок, що використовуючи дану методику, вдалося підвищити час на сприйняття, обробку та прийняття рішення ОПР в 1,5 рази та знизити імовірність помилки. Звідси випливає, що при застосування даної методики на формування ІЕ та ІМ, можливо підвищити ефективність роботи ОПР. І її доцільно застосовувати при формування ІМ в КЗА АСУ.

**Список літератури**

1. Дуков Б.А. Основы инженерной психологии: учеб. для техн. вузов / Б.А. Дуков, Б.Ф. Ломов, В.Ф. Рубахин;

под ред. Б.Ф. Ломова; 2-е изд. доп и перераб. – К.: Высш. школа, 1986. – 448 с.

2. Герасимов Б.М. Эргономический анализ деятельности оператора автоматизированных систем / Б.М. Герасимов, А.В. Линник. – К.: КВИРТУ ПВО, 1979. – 159 с.

3. Инженерная психология: учеб. для техн. вузов / Г.К. Серета, С.П. Бочарова, Г.В. Репкина, Б.А. Смирнов. – К.: Высш. школа, 1976. – 308 с.

4. Медиченко М.П. Основы теории систем и управления: лекции / М.П. Медиченко. – Х.: ХВКИУРВ, 1989. – 132 с.

5. Душков Б.А. Инженерно-психологические основы конструкторской деятельности: учеб. пособие / Б.А. Душков, Б.А. Смирнов, В.А. Терехов. – М.: Высш. школа, 1990. – 271 с.

6. Зинченко В.П. Введение в эргономику / В.П. Зинченко. – М.: Сов. радио, 1974. – 352 с.

7. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – 386 с.

Надійшла до редколегії 11.02.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, доцент О.В. Лемешко, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ**

М.А. Павленко, А.В. Самокиш, П.Г. Бердник, С.И. Симонов

*В статье рассмотрена методика разработки информационного элемента и этапы формирования информационной модели. На основе представленного метода разработан информационный элемент и проведено сравнение его с аналогичным информационным элементом, который использовался в автоматизированных системах управления предыдущих поколений. По полученным результатам сделан вывод о том, какой информационный элемент более эффективный, и о целесообразности применения представленной методики, для разработки информационных элементов.*

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

**METHOD OF DEVELOPMENT OF INFORMATIVE ELEMENTS AT FORMING OF INFORMATIVE MODEL**

M.A. Pavlenko, A.V. Samokish, P.G. Berdnick, S.I. Simonov

*In article a method is considered of development of informative to the element and stages of forming of informative model. On the basis of the presented method an informative element is developed and he is with a similar informative element comparatively, that was used in the automated systems of management of previous generations. After the got results are done a conclusion about, what informative element more effective, and about expedience of application of the presented method, for development of informative elements.*

**Keywords:** the operator, information model, conceptual model, an information element.