

УДК 623.765:681.513.6

М.А. Павленко, В.С. Підлипська, О.В. Довбня, О.М. Ніколенко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВІДОБРАЖЕННЯ МЕТЕООБСТАНОВКИ НА ПУНКТИ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

В статті розглянуто способи відображення інформації про метеорологічну обстановку, методи моделювання діяльності оператора АСУ, їх переваги, практична реалізація та способи вдосконалення.

**Ключові слова:** діяльність оператора, метеорологічна обстановка.

### 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 попередніх оцінок, на основі яких буде розроблятися системне інформаційне забезпечення. В умовах активного розвитку засобів моделювання існує можливість моделювання діяльності оператора в різних умовах обстановки. Отримані дані моделювання дозволяють оцінити розподілення часу на виконання різних видів діяльності та вдосконалити їх інформаційне забезпечення.

При проведенні моделювання діяльності оператора виявлено, що значний обсяг часу він витрачає на сприйняття інформації про метеообстановку. Це, в свою чергу, дозволяє стверджувати про актуальність вирішення задачі вдосконалення методів відображення інформації про метеообстановку.

**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. 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, неможливість підтримки розпізнавання оперативних ситуацій, відсутність можливості адаптивного управління параметрами відображення ІМ і реалізація підтримки діяльності ЛПР по обмеженому набору алгоритмів рішення задач управління.

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

**Ціль.** Представити результати дослідження діяльності оператора та внести пропозиції щодо вдосконалення ІМ метеообстановки.

### Основна частина

Метеообстановка є одним із складних елементів оцінки обстановки. На пунктах управління (ПУ) вона видається у вигляді таблиці погоди (рис. 1).

№	Номер	Найменування	Час	Облаковість	Н висота	Високість	Вітер	Літність	Вітер	М. вітер	Джерело
1572		Чугуїв	13:45	висока	1000 м	300 м	хмарно	ВІТ	0-8	2 м/с	ВІТДІ
6612		Луганськ	14:30	висока	1300 м	500 м	ясно	П	х	1,3 м/с	ВІТДІ
8900		Метелиця	14:10	висока	800 м	100 м	хмарно	ВІТ	шквар	2 м/с	ВІТДІ
2118		Харків	15:20	висока	850 м	150 м	дощ	ВІТ	шквар	5,2 м/с	ВІТДІ
0221		Львів	13:30	висока	1500 м	700 м	ясно	П	шквар	1,1 м/с	ВІТДІ
0145		Кіровоград	12:10	середня	1100 м	400 м	дощ	П	шквар	1,7 м/с	ВІТДІ

Рис. 1. Таблиця погоди

Дані про погодні явища видаються у вигляді таблиці (рис. 1), в якій знаходиться одинадцять стовпчиків: «Номер», «Найменування», «Час», «Хмарність», «Н хмар», «Швидкість», «Видимість», «Явища», «Вітер», «V вітру» та «Джерело».

Оператор у своїй діяльності отримує інформацію з багатьох джерел інформації. Сам процес обмі-

ну є дуже насиченим і кропітким, а також потребує значних зусиль і уваги. А для набору статистики і аналізу цього процесу необхідно створювати моделі для оцінки його діяльності, які, в свою чергу, мають давати нам якомога більше інформації.

Модель діяльності ОБР при рішенні задачі дослідження діяльності оператора з табло погоди може бути представлено наступним графом (рис. 2)

У представленому графі вершини відповідають подіям, наприклад «Отримана команда на видачу інформації про погодні умови», «Заданий аеродром знайдено», у той час як ребрам відповідають імовірності переходу від однієї події до іншої, а також час затрачуваний на такий перехід.

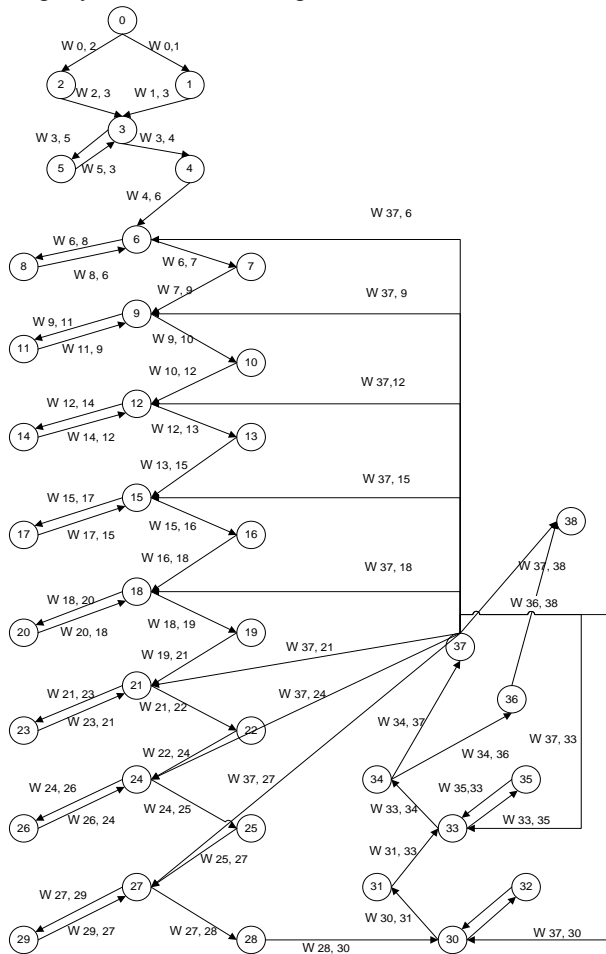


Рис. 2. Модель діяльності оператора при аналізі табло погоди

Розглянута модель діяльності ОБР формально може бути задана в такий спосіб:

$$P = |p_{ij}| \quad (1)$$

$$T = |t_{ij}| \quad (2)$$

де P – матриця ймовірностей переходів між подіями i j;

T – матриця часу, затрачуваного на роботу при переході від події i до події j;

$p_{ij}$  – імовірність переходу від події i до події j;

$t_{ij}$  – час, затрачуваний на перехід від події i до події j;

$i = j = N$  – відповідають кількості станів, у яких може перебувати ЛПП [4].

На рис. 2 значення  $p_{ij}$  й  $t_{ij}$  задані як  $w_{ij}$ , де

$$w_{ij}(p_{ij}, t_{ij}).$$

Для розглянутого виду діяльності процес сприйняття інформації фактично зводиться до інформаційного пошуку – знаходження в табло погоди ознак, що характеризують метеорологічну обстановку на заданому аеродромі.

Чисельні дослідження показують, що розподіл випадкових значень часу рішення задач при роботі оператора із ІМ є, як правило, усіченим, унімодальним і несиметричним.

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

$$f(\tau) = \begin{cases} \frac{12}{(t_2 - t_1)^4} (\tau - t_1)(t_2 - \tau)^2 C, & \tau > t_1, \tau < t_2 \\ 0, & \tau \leq t_1, \tau \geq t_2. \end{cases} \quad (3)$$

У цьому випадку математичне сподівання часу рішення задач ЛПП ( $\bar{t}_p$ ) і дисперсія ( $D_p$ ) рівні:

$$\bar{t}_p = \frac{3t_1 + 2t_2}{5}, D_p = 0,04(t_2 - t_1)^2. \quad (4)$$

Отже, для оцінки параметрів розподілу часу досить мати інформацію про  $t_1$  і  $t_2$ .

Для одержання оцінок, які характеризують особливості роботи оператора по оцінці метеобстановки на основі моделі (рис. 2) були проведені експериментальні дослідження. Критеріями, які оцінювалися в ході виконання різних дій оператором, були час виконання дій, імовірність виконання цих дій та імовірність переходу до наступної після закінчення попередньої, математичне очікування часу виконання дій по оцінці метеобстановки.

Отримані оцінки математичного сподівання виконання дії при оцінці інформації в ІМ оператором при заданому часі на виконання цієї дії представлені у відсотковому співвідношенні на рис. 3.

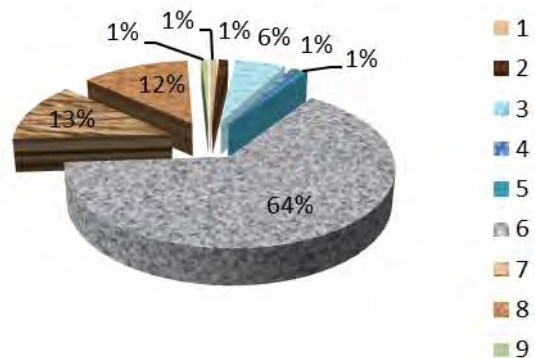


Рис. 3. Розподіл витрат часу оператора при роботі з табло погоди

На рис. 3:






- 1 – підтвердження про повний прийом інформації не отримане (1%);
- 2 – кінець видачі інформації про метеообстановку (1%);
- 3 – пошук табло погоди (6%);
- 4 – результати пошуку табло позитивні (1%);
- 5 – пошук табло не дав результатів (1%);
- 6 – видача інформації (64%);
- 7 – отримання підтвердження про отримання елемента метеообстановки (13%);
- 8 – підтвердження про отримання елемента метеообстановки не отримане (12%);
- 9 – підтвердження про повний прийом інформації (1%).

Після детального розгляду табло метеообстановки і результатів дослідження дій оператора при роботі з ним, можна прийти до висновку, що для скорочення часу роботи необхідно змінити вид подання інформації. Проаналізувавши усі стовпці в табло погоди можна прийти до висновку, що інформацію в стовпцях «Хмарність», «Явища», «Летність», «Вітер» треба представити графічно. Причиною цього є те, що графічна інформація людиною сприймається швидше ніж текстова.

Пропонується ввести декілька варіантів позначень для стовпчика «Явища», наведених в табл. 1.


Таблиця 1

Приклад позначень для стовпчика «Явища»

Позначки	Пояснення
	- хмарно;
	- ясно;
	- дощ;
	- гроза;
	- малий сніг;
	- сніг;
	- сильний сніг;
	- туман.

Таблиця 2

Приклад позначень для стовпчика «Хмарність»

Позначки	Пояснення
	- низька хмарність;

Закінчення таблиці 2

Позначки	Пояснення
	- хмарно;
	- висока хмарність.

Також для стовпчика «Летність» пропонується застосувати позначки, наведені в табл. 3.

Таблиця 3









Приклад позначень для стовпчика «Летність»

Позначки	Пояснення
	- льотна погода;
	- не льотна погода.

Напрямок вітру в даній таблиці можна замінити на більш привабливий для людського зору. Наприклад, на саму звичайну стрілку, яка буде указувати напрям вітру.

Таблиця 4

Приклад позначень для стовпчика «Вітер»

Позначки	Пояснення
	вітер східний;
	вітер західний;
	вітер північний;
	вітер південний;
	південно-східний;
	південно-західний;
	північно-східний;
	північно-західний.

Після введення змін у зовнішній вигляд табло метеообстановки було необхідно провести нове експериментальне дослідження особливостей роботи оператора по оцінці метеообстановки. Критерії, які оцінювалися в ході виконання різних дій оператора,

не змінилися. Змінився тільки час на видачу інформації оператором. Отримані оцінки математичного очікування виконання дії при оцінці інформації в ІМ оператором при заданому часі на виконання цієї дії представлені у відсотковому співвідношенні на рис. 4.

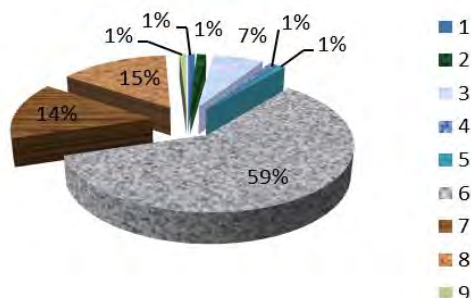


Рис. 4. Розподіл витрат часу оператора при роботі з удосконаленим табло погоди

При порівнянні результатів видно, що витрати часу на видачу інформації зменшились з 64% до 59%.

Основною причиною цього є те, що графічна інформація сприймається оператором майже у два рази швидше ніж текстова. Наприклад, час на сприйняття одного текстового символу складає 0,64 с, а простого графічного – всього лише 0,3 с.

### Висновки

Виходячи з того, що діяльність оператора проходить в умовах складної динамічної обстановки, то 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 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 видачі 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 на 22 секунди.

В роботі було запропоновано декілька видів позначень для табло погоди і наведені приклади з внесеними змінами. А головне, проведене дослідження часу роботи оператора з удосконаленим табло метеобстановки. Після порівняння результатів досліджень можливо зробити висновок, що внесені зміни дали очікувані результати, і час роботи оператора з табло погоди зменшився.

### Список літератури

1. Серєда Г.К. *Инженерная психология* / Г.К. Серєда, С.П. Бочарова. – Вища школа, 1976. – 307 с.
2. Ломов Б.Ф. . *Психологические проблемы взаимной адаптации человека и машины в системах управления* / Б.Ф. Ломов, В.Ф. Венда, Ю.М. Забродин; под. ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Наука, 1980. – 320 с.
3. Душков В.А. *Основы инженерной психологии: учебник для техн. вузов* / В.А. Душков, Б.Ф. Ломов, В.Ф. Рубахин, Б.Ф. Ломова. – М.: Высшая школа, 1986. – 287 с.
4. Душков В.А. *Хрестоматия по инженерной психологии* / В.А. Душков, Б.Ф. Ломов, Б.А. Смирнов. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.
5. Зинченко В.П. *Основы эргономики* / В.П. Зинченко, В.М. Мунипов. – М.: Логос, 2001. – 356 с.
6. Пятков Ю.П. *Вдосконалення підходів розробки методів ергономічного проектування підсистеми інформаційного забезпечення АСУ спеціального призначення* / Ю.П. Пятков, І.О.Борозенець, М.А. Павленко, Є.М. Заріччак // *Матеріали третьої наукової конференції XV ПС ім. І. Кожедуба*. – Х.: ХУ ПС, 2007. – С. 70.
7. Павленко М.А. *Методика розробки інформаційних елементів при формуванні інформаційної моделі* / М.А. Павленко, А.В. Самокіш, П.Г. Берднік, С.І. Сімонов // *Системи обробки інформації*. – Х.: ХУ ПС, 2011. – Вип. 2(92). – С. 112-115.
8. Павленко М.А. *Підходи до розробки інформаційних моделей в системах підтримки прийняття рішень* / М.А. Павленко, П.Г. Берднік, М.М. Калмиков, В.О. Капранов // *Системи обробки інформації*. – Х.: ХУ ПС, 2008. – Вип. 1(68). – С. 60-64.

Надійшла до редколегії 24.12.2012

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Б.Н. Судаков, НТУ "ХП", Харків.

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОТОБРАЖЕНИЯ МЕТЕООБСТАНОВКИ НА ПУНКТЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

М.А. Павленко, В.С. Подлипская, А.В. Довбня, А.Н. Николенко

*В статье рассмотрены способы отображения информации про метеорологическую обстановку, методы моделирования деятельности оператора АСУ, их достоинства, практическая реализация и способы усовершенствования.*

**Ключевые слова:** *деятельность оператора, метеорологична обстановка.*

### IMPROVEMENT OF INFORMATIVE MODEL OF REFLECTION OF AQUIFER SITUATION ON THE POINT OF AIR TRAFFIC CONTROL

M.A. Pavlenko, V.S. Pidlipka, O.V. Dovbnya, O.M. Nikolenko

*In this paper we consider how to display information about metrological environment, modeling of operator activity of ACS, their advantages, practical implementation and ways to improve.*

**Keywords:** *activity of operator, metrology situation.*