

# Information systems modeling

УДК 681.51:351.814.33

doi: 10.20998/2522-9052.2018.2.02

Д. Є. Гришманов<sup>1</sup>, Ю. В. Данюк<sup>2</sup>, Ф. А. Барилюк<sup>3</sup>, Р. В. Корольов<sup>2</sup><sup>1</sup> Льотна академія Національного авіаційного університету, Кропивницький, Україна<sup>2</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна<sup>3</sup> Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## АНАЛІЗ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ, ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ОЦІНКИ І ВДОСКОНАЛЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ АВІАЦІЙНИХ ДИСПЕТЧЕРІВ

**Предметом** вивчення в статті є процеси діяльності авіаційних диспетчерів чергової зміни районного диспетчерського центру (РДЦ) системи обслуговування повітряного руху. **Метою** є проведення аналізу існуючого методичного апарату, що застосовується для оцінки діяльності авіаційних диспетчерів чергової зміни РДЦ та їх взаємодії між собою та засобами автоматизації. **Завдання:** проаналізувати суперечності в практиці вдосконалення діяльності чергових змін РДЦ; провести аналіз науково-методичного апарату, що застосовується для оцінки і вдосконалення діяльності авіаційних диспетчерів. Аналізованими **методами** є: графоаналітичний метод, метод структурно-алгоритмічного аналізу, метод мережних моделей діяльності, метод еталонного диспетчера (метод копіювання). Отримані такі **результати**. Описаний комплекс інформаційних моделей, необхідних для опису роботи чергової зміни РДЦ та запропоновані можливі варіанти вдосконалення елементів моделей діяльності чергових змін РДЦ. **Висновки.** В результаті розгляду суперечностей в практиці вдосконалення діяльності чергових змін районних диспетчерських центрів були виявлені фактори, які впливають на необхідність вдосконалення процесів роботи чергової зміни РДЦ. Аналіз науково-методичного апарату, що застосовується для побудови моделей роботи чергової зміни РДЦ, дозволив виявити деякі недоліки методики, яка застосовується для вирішення цих завдань.

**Ключові слова:** авіаційний диспетчер; районний диспетчерський центр; моделювання діяльності авіаційного диспетчера.

### Вступ

Науково-технічний прогрес і пов'язана з ним автоматизація процесів управління істотно змінюють характер і умови праці авіаційних диспетчерів і по новому ставлять проблему врахування людського фактору при організації взаємодії людини і техніки в системі обслуговування повітряного руху.

Впровадження нових способів діяльності з обслуговування повітряного руху, підвищення вимог до оперативності та якості вирішення завдань управління обумовлюють необхідність критичного аналізу відомих моделей (еталонів) діяльності і визначення напрямків їх вдосконалення на етапах розробки, дослідження і застосування для інформаційного забезпечення роботи і навчання авіаційних диспетчерів.

**Аналіз літератури** [1, 2, 5, 6] показав, що на сучасному етапі не в повній мірі враховано вплив людського фактору на організацію взаємодії між авіаційними диспетчерами в складі чергової зміни районного диспетчерського центру (РДЦ) та між диспетчерами та засобами автоматизації.

Даний факт тягне за собою необхідність вдосконалення існуючих методів оцінки діяльності авіаційних диспетчерів, шляхом більш повного врахування всіх факторів (включаючи людський), що впливають на функціонування чергової зміни РДЦ.

**Метою статті** є проведення аналізу існуючого методичного апарату, що застосовується для оцінки діяльності авіаційних диспетчерів чергової зміни РДЦ та їх взаємодії між собою та засобами автоматизації.

### Основний матеріал

**Аналіз суперечностей в практиці вдосконалення діяльності чергових змін районних диспетчерських центрів.** Робота авіаційних диспетчерів чергових змін районних диспетчерських центрів (РДЦ) системи обслуговування повітряного руху спрямована на забезпечення безпечного, регулярно, упорядкованого і економічно менш витратного руху літаків, вертольотів та інших повітряних об'єктів (далі ПО). Дана робота організовується в суворій відповідності до встановлених правил та інструкцій, які регламентують детальним чином всі аспекти їх діяльності.

В існуючих комплексах засобів автоматизації (КЗА) диспетчерських центрів зміст посібників, інструкцій та інших нормативно-довідкових документів становить основу для побудови моделей діяльності авіаційних диспетчерів на автоматизованих робочих місцях (АРМ). При цьому принципи побудови і основи застосування КЗА визначають склад комплексу інформаційних моделей, необхідних для опису роботи чергових змін диспетчерського центру (рис. 1).

Аналіз стану і тенденцій розвитку авіаційної техніки показує, що вдосконалення її характеристик і збільшення щільності повітряного трафіку залишається визначальним фактором, що впливає на зростання складності процесів управління повітряним рухом. Крім того, розширення переліку вирішуваних завдань і ускладнення структури КЗА також істотно впливають на вирішення питань застосування засобів автоматизації. Дія зазначених чинників

призводить до значного зростання обсягів керівництв, якими повинні керуватися авіаційні диспетчери в ході роботи. Аналіз посібників, що описують застосування КЗА, дозволяє говорити про майже 2-разове збільшення обсягу протягом десяти років. Це в свою чергу ускладнює процеси навчання диспетчерів і збільшує терміни освоєння систем.

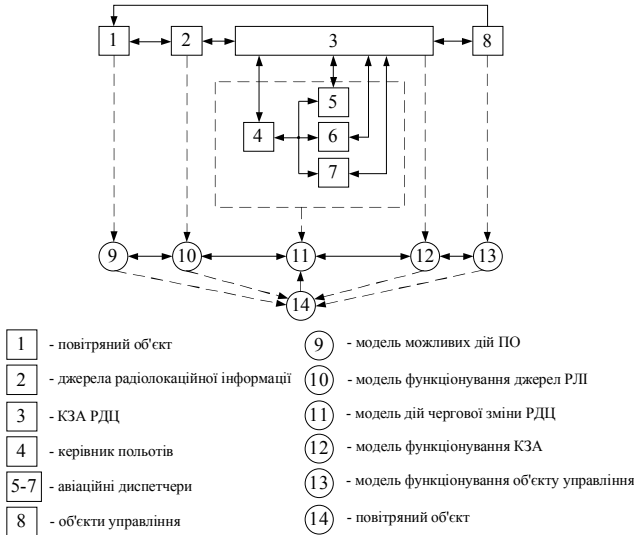


Рис. 1. Комплекс інформаційних моделей, необхідних для опису роботи чергової зміни РДЦ

Складність діяльності чергових змін РДЦ має суттєвий вплив на такі показники, як оперативність і якість вирішення завдань управління. Відомо, що оперативність автоматизованої системи управління (АСУ) повітряним рухом (ПР) оцінюється часовими витратами чергової зміни при вирішенні задач в процесі управління (робітним часом) і залежить від досягнутого ступеня автоматизації, рівня підготовки диспетчерів і злагодженості чергової зміни. Якість рішення задач управління в АСУ характеризує можливості системи з необхідною повнотою, достовірністю і точністю вирішення поставлених завдань.

Зменшення складових робітного часу без зниження якості вирішення завдань є одним з важливих напрямків вдосконалення роботи чергової зміни РДЦ. В ході вирішення даної проблеми з урахуванням тенденцій розвитку АСУ (рис. 2) виникають такі протиріччя [4]:

- між зростанням потенційних можливостей засобів автоматизації по вирішенню завдань управління різними способами і ступенем їх виявлення та використання для підвищення оперативності та якості вирішення завдань в АСУ;

- між зростанням можливостей сучасних обчислювальних засобів і ступенем їх використання для зберігання, пошуку і відтворення інформації про різні способи роботи чергової зміни РДЦ;

- між ускладненням процесів роботи на автоматизованих робочих місцях і необхідністю виконання необхідних дій в умовах жорсткого ліміту часу;

- між рівнем розробки теоретичних положень в наукових галузях управління, навчання і ергономіки

і ступенем їх застосування для підготовки диспетчерів і вдосконалення способів застосування АСУ.

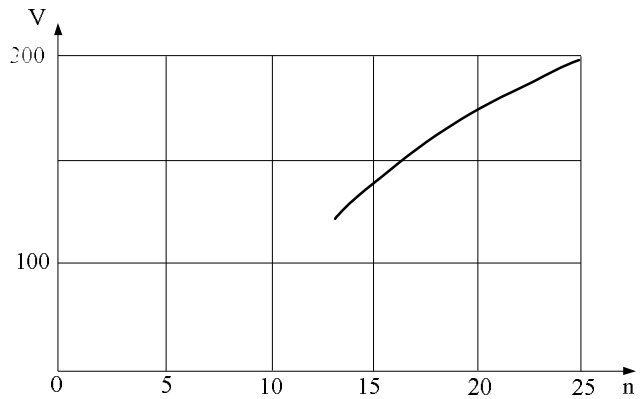


Рис. 2. Залежність об'єму описів способів діяльності (кількість керівництв – V) від кількості каналів управління (n)

Роль методів та засобів побудови керівництв при вирішенні зазначених протиріч може бути проілюстрована моделлю зміни операційної працездатності чергової зміни РДЦ на основі розміченого графа станів (рис. 3). При цьому, на відміну від звичайної використовуваної умови сталості інтенсивності відновлення інформації, введена її залежність від способів побудови моделей діяльності.

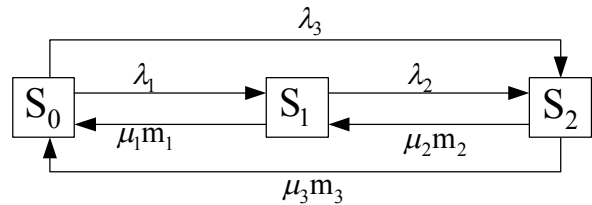


Рис. 3. Розмічений граф станів моделі операційної працездатності чергової зміни РДЦ

Система рівнянь Колмогорова для даного випадку має вигляд:

$$\begin{cases} \frac{dp_0}{dt} = \mu_1 m_1 p_1 + \mu_3 m_3 p_2 - (\lambda_1 + \lambda_3) p_0; \\ \frac{dp_1}{dt} = \lambda_1 p_0 + \mu_2 m_2 p_2 - (\mu_1 m_1 + \lambda_2) p_1; \\ \frac{dp_2}{dt} = \lambda_2 p_1 + \lambda_3 p_0 - (\mu_2 m_2 + \mu_3 m_3) p_2. \end{cases} \quad (1)$$

де  $p_0, p_1, p_2$  – відповідно ймовірності повного, часткового і нульового відновлення інформації про способи роботи;

$\mu_1, \mu_2, \mu_3$  – інтенсивність відновлення знань для відповідних станів;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  – інтенсивності втрати інформації для відповідних станів;

$m_1, m_2, m_3$  – коефіцієнти, що враховують застосований метод побудови моделей діяльності.

Фінальні ймовірності станів моделі визначені з рівнянь:

$$\begin{cases} (\lambda_1 + \lambda_2) p_0 = \mu_1 m_1 p_1 + \mu_3 m_3 p_3; \\ (\mu_1 m_1 + \lambda_2) p_1 = \lambda_1 p_0 + \mu_2 m_2 p_2; \\ p_0 + p_1 + p_2 = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Для початкових умов  $\lambda_1 = \lambda_2 = 1 \text{ мес}^{-1}$ ,  $\lambda_3 = 0,5 \text{ мес}^{-1}$ ,  $m = m_1 = m_2 = m_3 = 4 \text{ мес}^{-1}$ , з урахуванням співвідношень (1, 2) показано, що за рахунок вдосконалення методів побудови моделей діяльності чергової зміни РДЦ можливо підвищити ймовірність повного відновлення інформації про способи роботи від 0,7 до 0,9. (рис. 4).

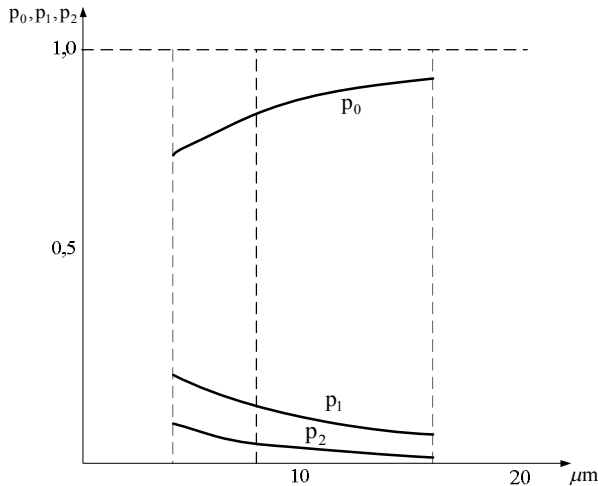


Рис. 4. Залежність імовірності повного ( $p_0$ ), часткового ( $p_1$ ) та нульового ( $p_2$ ) відновлення інформації про способи роботи від інтенсивності відновлення знань

Таким чином, до основних факторів, що впливає на необхідність вдосконалення процесів діяльності чергових змін РДЦ, можна віднести:

- підвищення характеристик повітряних об'єктів і щільності трафіку повітряного руху;
- зростання можливостей АСУ по рішенням завдань управління;
- зростання обсягів керівництв та настанов, які необхідно використовувати в ході застосування АСУ;

– ускладнення питань підготовки авіаційних диспетчерів і злагодження чергових змін РДЦ.

**Аналіз науково-методичного апарату, що застосовується для оцінки і вдосконалення діяльності авіаційних диспетчерів.**

Методологічні аспекти оцінки впливу складності діяльності авіаційних диспетчерів на ефективність вирішення завдань в АСУ ПР детально розглядаються в рамках концепції трансформаційної теорії динаміки систем (ТТДС) [3].

У даній теорії досліджуються питання організації адаптивної взаємодії комплексів апріорних і реальних стратегій, представлених інформаційно-обчислювальною технікою і активними учасниками вирішення завдань (рис. 5). Під стратегіями розуміються узагальнені прийоми вирішення завдань різних типів. Застосування методології концепції ТТДС дозволяє доповнити звичайне вивчення моно-

тонних процесів еволюції окремо взятих стратегій дослідженням перехідних процесів – трансформації стратегій, які описуються загальноприйнятими асимптотичними кривими лише в окремих випадках.



Рис. 5. Основні елементи концепції ТТДС

При цьому в якості психологічних факторів складності ( $F$ ), від яких залежить ефективність системи  $Q = f(F)$ , виділяються кількість підсистем об'єкта, кількість зв'язків елементів в ході функціонування системи, кількість елементів, необхідних при виробленні рішення і т.д.

Внаслідок того, що наведені фактори не можуть змінюватися миттєво, їх зміни пропонується пов'язати функціонально залежністю з календарним часом  $F(t)$ . В даному випадку спрощується інтерпретація експериментально зафіксованих характеристичних кривих  $Q = f(F(t))$  типу "плато" і "провал" (рис. 6). Наприклад, для розглянутих систем характеристична крива типу "плато" (крива 1) буде відповідати виявленню можливостей системи, не до кінця передбачених розробниками. Наявність "провалу" (крива 2) пояснюється тим, що відгук на непередбачену проектувальниками зміну характеру повітряного руху (розробка контрзаходів, що дозволяють зберегти ефективність системи на прийнятному рівні) може з'явитися тільки з деякою затримкою.

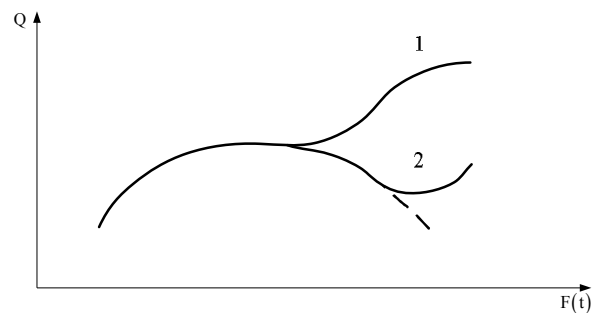


Рис. 6. Варіанти характеристичної кривої

Таким чином, розвиток технічних характеристик повітряних об'єктів призводить до того, що завжди апріорна система знань про процеси роботи чергової зміни РДЦ не володіє вичерпною повнотою і потребує постійного вдосконалення. Наявність таких моделей знань, що перебудовуються, характерна для семіотичних систем ситуаційного управління. При аналізі процесів прийняття рішень в ситуаційних системах розглядаються узагальнені (типові) ситуації, що представляють собою безліч ситуацій, для яких рішення з управління об'єктом однакові. Відома схема семіотичної системи включає:

об'єкт управління з середовищем ( $W$ ),  
вхідні ( $D$ ) і вихідні ( $R$ ) перетворювачі,  
механізм породження рішень ( $C$ ),  
модель знань про об'єкт і середовище ( $M$ ),  
інтерпретатор, що забезпечує перебудову моделі знань ( $I$ ).

З урахуванням особливостей розглянутих систем в дану схему пропонується включити авіаційних диспетчерів ( $H$ ) і спеціалістів-розробників моделей діяльності ( $H'$ ) (рис. 7).

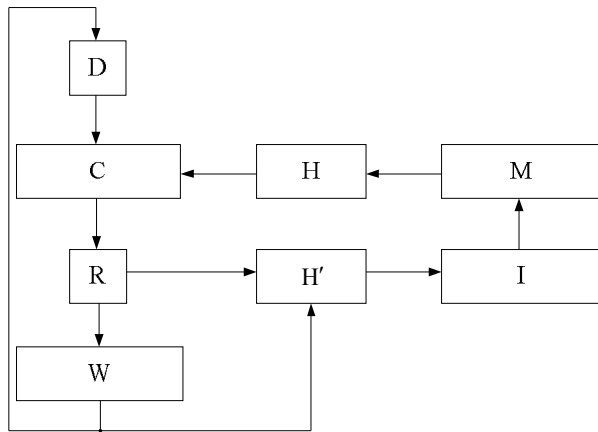


Рис. 7. Структурна схема ергатичної семіотичної системи ситуаційного управління

Показано, що в керованих складних системах, незважаючи на велику кількість можливих станів системи і середовища, число типових керуючих рішень, які визначаються безліччю відносин "система – середовище", в прогнозованих середовищах відносно невелике. Тому фрагменти роботи авіаційних диспетчерів в певних умовах можна розглядати як цілеспрямовані дії згідно із заданими набором алгоритмів діяльності (АД), під якими розуміються керівництва, що визначають зміст і послідовність дій диспетчера в системі «людина – машина» [7].

Внаслідок того, що процес роботи чергової зміни РДЦ суттєво залежить від обстановки, що склалася і повинен привести до певних результатів, для моделювання діяльності авіаційних диспетчерів поряд з АТ необхідно додатково врахувати прогнозовані ситуації і очікувані результати. Наявність типових ситуацій на АРМ визначається, в першу чергу, реалізованими в даній системі та захищені від редагування алгоритмами обробки інформації, що надходить, а також технічними характеристиками

повітряних об'єктів, накопиченим і поширеним досвідом їх експлуатації.

В даному випадку в загальній структурі комплексу моделей можна виділити множину прогнозованих ситуацій ( $S$ ), множину алгоритмів діяльності ( $A$ ) і множину очікуваних результатів ( $R$ ). При цьому різні способи діяльності будуть визначитися елементами прямого добутку множин  $S \times A \times R$ . Позначивши факт введення нових елементів  $s \in S$ ,  $a \in A$ ,  $r \in R$  індексом «1», а залишення елементів множин без змін індексом «0», і розглядаючи різні поєднання індексів, отримуємо можливі варіанти вдосконалення способу діяльності (таблиця 1). Якщо в якості результатів діяльності розглядати досягнуту оперативність і якість вирішення завдань в АСУ, то варіант «000» буде відповідати завданню освоєння відомих алгоритмів діяльності у відомих ситуаціях, варіант «001» – інтенсифікації діяльності без зміни  $S$  та  $A$ . Решта варіантів пов'язані з необхідністю розширення множини ситуації і розробкою нових алгоритмів діяльності (у міру вдосконалення технічних характеристик повітряних об'єктів, їх експлуатації і накопичення досвіду застосування АСУ).

Таблиця 1. Можливі варіанти вдосконалення елементів моделей діяльності чергових змін РДЦ

Складові моделі	Варіанти							
S	0	0	0	0	1	1	1	1
A	0	0	1	1	0	0	1	1
R	0	1	0	1	0	1	0	1

Дослідження питань створення моделей діяльності авіаційних диспетчерів, які перебудовуються, передбачає аналіз можливостей методів, використовуваних на наступних етапах розробки і застосування моделей:

- побудова моделей діяльності в типових ситуаціях;
- оцінка якості моделей і вдосконалення (коригування) моделей;
- організація зберігання, пошуку і відтворення інформації про моделі;
- застосування моделей на РДЦ.

Існуюча методика опису та аналізу роботи чергової зміни РДЦ ґрунтується головним чином на застосуванні для побудови моделей діяльності авіаційних диспетчерів в типових ситуаціях текстуральних (табличних) форм представлення інформації і графоаналітичного методу оцінки очікуваної ефективності дій.

Графоаналітичний метод пов'язаний з протяжкою трас повітряних об'єктів через район, що обслуговується, і дозволяє моделювати ситуації, очікувані за результатами прогнозу дій повітряних об'єктів. Метод дозволяє орієнтовно оцінити потенційні можливості з обслуговування повітряних суден в заданій обстановці. При цьому під оптималь-

ними діями чергової зміни розуміються такі дії, які пропонуються настановами та правилами по організації управління повітряним рухом, а часові характеристики процесу відповідають нормативам. Даний метод відрізняється наочністю і контрольованістю результатів.

Однак графоаналітичний метод в основному спрямований на аналіз можливостей об'єктів управління, і в силу спрощеного розгляду РДЦ не дозволяє досить повно відобразити такі істотні сторони модельованого процесу, як кількісні характеристики способів оцінки обстановки, прийняття рішень і їх реалізації, особливості розподілу функцій між авіаційними диспетчерами і між черговою зміною і КЗА.

Питання вдосконалення моделей діяльності в даній методиці практично не розглядаються, тому вимагають спеціального дослідження та розробки.

Так як керівництва і нормативи реалізуються в даній час у вигляді текстових документів, пошук і відтворення необхідної інформації про моделі діяльності проводиться без використання засобів автоматизації, а в ході навчання ці документи використовуються як звичайні навчальні посібники.

Таким чином, існуюча методика побудови моделей діяльності чергової зміни розглядає їх як раз і назавжди дані і зафіксовані в діючих інструкціях і нормативах. При цьому не враховується той факт, що нормативні документи розробляються, як правило, на початковому етапі освоєння системи і в них практично неможливо врахувати і описати всі сильні і слабкі сторони АСУ в різних ситуаціях, пов'язаних зі зміною зовнішніх і внутрішніх факторів (повітряних об'єктів, джерел інформації, об'єктів управління, способів застосування і т.д.).

В якості основних методів побудови моделей роботи чергової зміни РДЦ, які доповнюють графоаналітичний, можуть розглядатися:

- метод структурно-алгоритмічного аналізу;
- метод мережних моделей діяльності;
- метод еталонного диспетчера (метод копіювання).

Метод структурно-алгоритмічного аналізу відноситься до аналітичних методів і передбачає:

- виділення основних режимів роботи системи; визначення завдань, що вирішуються операторами в кожному з режимів роботи;
- складання алгоритмів діяльності операторів у відповідних режимах роботи з викладанням послідовності дій в залежності від тих чи інших умов;
- визначення числових характеристик діяльності з використанням нормативних та довідкових матеріалів.

Перевагою методу є можливість визначення алгоритму діяльності на рівні дій, що дозволяє скласти аналітичну модель запропонованого процесу роботи в заданих ситуаціях і на його основі визначити нормативні результати. Крім того, можливість детального аналізу реалізованого процесу роботи і його зіставлення з раціональним дозволяє виявити особливості застосованого способу діяльності і оцінити творчі можливості чергової зміни РДЦ.

Складність застосування структурно-алгоритмічного методу для сучасних АСУ полягає в необхідності моделювання (при визначенні раціонального розподілу функцій між людиною і КСА) функціонування апаратно-програмного комплексу в різних ситуаціях.

Метод мережних моделей діяльності також передбачає розбиття діяльності на ряд елементарних дій, які називаються роботами, а моменти їх завершення – подіями.

Кожна робота може бути охарактеризована математичним сподіванням  $\bar{t}_p$  і  $\sigma_t^2$  – дисперсією часу її виконання.

Метод має прийоми, що дозволяють визначити повний час вирішення завдань авіаційними диспетчерами, який відповідає довжині критичного шляху мережної моделі. При цьому під шляхом розуміється безперервна послідовність робіт

$$\bar{t}_p(i) = \max_{L_1} \left( \sum_{(i,j \in L_1)} \bar{t}(i,j) \right) = \bar{t}(L_1^*(i)), \quad (3)$$

де  $t(i,j)$  – тривалість роботи, що з'єднує  $i$ -ту подію з  $j$ -ю;

$L_1$  – шлях від вихідної події до  $j$ -ої;

$L_1^*(i)$  – найбільший за тривалістю шлях з числа шляхів  $L_1$ .

До недоліків мережних моделей діяльності слід віднести низьку наочність і труднощі використання в процесі навчання запропонованим діям.

Метод еталонного оператора (метод копіювання) є експериментальним методом моделювання роботи і вимагає наявності добре підготовленого авіаційного диспетчера, діяльність якого в заданих умовах приймається за норму. При цьому для забезпечення можливості фіксування і багаторазового відтворення еталонного процесу роботи може бути використана мультимедійна техніка. В даному випадку враховуються особливості функціонування апаратно-програмних комплексів і забезпечується наочність навчання. Однак застосування методу еталонного диспетчера вимагає істотних матеріальних і часових витрат.

Для всіх наведених методів характерно те, що основна увага приділяється моделюванню діяльності окремих диспетчерів, в той час як питання розробки методів і засобів, що застосовуються для вдосконалення взаємодії авіаційних диспетчерів в процесі застосування АСУ, залишаються недостатньо дослідженими.

Наявність позитивних сторін і недоліків у кожного з розглянутих методів дозволяє зробити висновок про те, що при вдосконаленні методики побудови моделей діяльності чергової зміни РДЦ, доцільно комплексне використання різних методів аналізу процесів роботи з урахуванням особливостей дій авіаційних диспетчерів. При вирішенні питань застосування моделей діяльності на РДЦ необхідно враховувати особливості діяльності різних диспет-

черів і рівень їх підготовки. Відповідно до діяльничного підходу для чергової зміни РДЦ можна виділити п'ять рівнів підготовки.

Початковий (базовий) рівень пов'язаний із засвоєнням головним чином теоретичних знань про принципи побудови, склад і можливості апаратури АСУ, особливості її функціонування в різних режимах, основи експлуатації та застосування КЗА. Без наявності даного рівня підготовки практично неможливий перехід до подальших рівнів.

Перший рівень підготовки авіаційного диспетчера, так званий "учнівський", визначається вмінням діяти за інструкцією (з інструкцією в руках). Цей рівень достатній для діяльності, не обмеженої жорсткими лімітами часу (наприклад, проведення окремих видів профілактичних робіт і т.п.).

Другий, більш високий рівень підготовки називається "алгоритмічним". Він відрізняється тим, що диспетчер діє за інструкцією, за певним алгоритмом, зміст якого зберігається у нього в пам'яті. В даному випадку підвищується оперативність діяльності, що є суттєвим для диспетчерської роботи.

Третій рівень підготовки ("евристичний") пов'язаний з виявленням ситуації і з вибором необхідного в даній ситуації алгоритму діяльності з безлічі відомих алгоритмів. Цей рівень необхідний для керівників польотів, що діють в ході роботи в умовах потоку різних ситуацій.

Четвертий, найвищий рівень підготовки умовно називається "творчим". Він дозволяє вирішувати завдання дослідницької та винахідницької роботи, розробляти нові алгоритми дій як для відомих, так і для невідомих ситуацій.

Зіставлення наведених рівнів підготовки і можливих способів відтворення алгоритмів діяльності (за інструкцією, по пам'яті, з множини відомих алгоритмів, з множини можливих алгоритмів) показує, що зростання рівня підготовки пов'язано з ростом невизначеності дій. Найменша ступінь невизначеності діяльності буде при роботі за інструкцією, найбільша – при розробці нових невідомих алгоритмів діяльності.

Таким чином, для реалізації моделей діяльності із змінною структурою необхідна методика навчан-

ня авіаційних диспетчерів до "творчого" рівня підготовки.

## Висновки

В ході розгляду суперечностей в практиці вдосконалення діяльності чергових змін районних диспетчерських центрів з'ясовано, що до основних факторів, які впливають на необхідність вдосконалення процесів роботи чергової зміни РДЦ можна віднести:

- вдосконалення технічних характеристик повітряних об'єктів і щільності трафіку повітряного руху;

- зростання можливостей АСУ по рішенню завдань управління різними способами;

- зростання обсягів посібників і керівництв, які необхідно використовувати в ході роботи з обслуговування повітряного руху авіаційному диспетчеру;

- ускладнення питань підготовки авіаційних диспетчерів і злагодження чергових змін РДЦ.

Аналіз науково-методичного апарату, що застосовується для побудови моделей роботи чергової зміни РДЦ, дозволив виявити наступні недоліки існуючої методики:

- підхід до визначення раціональних дій чергової зміни РДЦ в заданій обстановці тільки на основі варіантів, зафіксованих в посібниках і нормативах, не стимулює фахівців до виявлення нових, більш досконалих способів діяльності;

- використання для моделювання роботи графоаналітичного методу в поєднанні з текстуальними описами не дозволяє виявити кількісні характеристики алгоритмів діяльності авіаційного диспетчера, що ускладнює співставлення різних способів дій і підготовку пропозицій щодо їх вдосконалення;

- залишаються недостатньо дослідженими питання організації раціональної взаємодії авіаційних диспетчерів між собою і між черговою зміною і КЗА в динаміці роботи;

- відомі методи застосування засобів реєстрації, зберігання та відтворення інформації про алгоритми в процесі навчання і злагодження чергових змін не забезпечують повною мірою підготовку авіаційних диспетчерів аж до творчого рівня.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гришманов Е. А. Методы интенсификации процессов формирования навыков распознавания и устранения потенциально-конфликтных ситуаций персоналом ОВД / Е. А. Гришманов, Ю. В. Чинченко, И. Е. Буланов // Наукові праці академії, вип. III, част. II. – Кіровоград : ДІАУ, 1998. – С. 16-21.
2. Залежність функціональних станів оператора від комплексу зовнішніх та внутрішніх факторів при роботі з АСУ / М. А. Павленко, О. А. Черток, Є. А. Толкаченко, В. П. Ясинецький // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – № 4. – С. 111-114.
3. Математические основы эргономических исследований: монография / П. Г. Бердник, Г. А. Кучук, Н. Г. Кучук, Д. Н. Обидин, М. А. Павленко, А. В. Петров, В. Н. Руденко, О. И. Тимочко. – Кропивницький : КЛА НАУ, 2016. – 248 с.
4. Онипченко П. Н. Управление воздушным движением и перспективные направления его совершенствования / П. Н. Онипченко, М. А. Павленко, А. И. Тимочко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. – № 2. – С. 38-41.
5. Чинченко Ю. В. Подходы к автоматизации контроля уровня готовности авиадиспетчеров к действиям в кризисных ситуациях / Ю. В. Чинченко // Искусственный интеллект. – Донецк: Наука і освіта, 2003. – № 4. – С. 378-383.
6. Чинченко Ю. В. Автоматизация управления уровнем готовности авиадиспетчеров к действиям в кризисных ситуациях / Ю. В. Чинченко // Тез. докл. Межд. научно-практической конф. «Современные информационные технологии в управлении и профессиональной подготовке операторов сложных систем». – Кіровоград: ГЛАУ, 2003. – С. 67-68.

7. Анализ методов моделирования деятельности оператора в системе "человек-машина" / О. В. Сергунова, М. А. Павленко, А. И. Тимочко, Е. В. Воробьев // Системы обработки информации. – Х.: ХУПС, 2015. – № 7. – С. 80-82.

## REFERENCES

1. Grishmanov, E.A., Chinchenko, Yu.V. and Bulanov, I.E. (1998), "Methods of intensification of processes of formation of skills of recognition and elimination of potentially conflict situations by air traffic management personnel", *Scientific works of the Academy*, Issue III, Part II, DLAU, Kirovograd, pp. 16-21.
2. Pavlenko, M.A., Chertok, O.A., Tolkachenko, E.A. and Yasinetskiy, V.P. (2017), "The dependence of the functional states of the operator of the complex internal and external factors at work with an automated control system", *Collection of scientific works of the Kharkov National University of the Air Force*, 4, pp. 111-114.
3. Berdnik, P.G., Kuchuk, G.A., Kuchuk, N.G., Obidin, D.N., Pavlenko, M.A., Petrov, A.V., Rudenko, V.N. and Timochko, O.I. (2016), *Mathematical Foundations of ergonomic research*, National Aviation University Kirovograd Flight Academy, Kropyvnytskiy, 248 p.
4. Onipchenko P.N., Pavlenko, M.A. and Timochko A.I. (2015), "Air Traffic Management and the promising directions for its improvement", *Science and Technology of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine*, No. 2, pp. 38-41.
5. Chinchenko, Yu.V. (2003), "Approaches to automation of air traffic controllers readiness for actions in crisis situations", *Artificial Intelligence, Science and Education*, Donetsk, No. 4, pp. 378-383.
6. Chinchenko, Yu.V. (2003), "Automation of management of air traffic controllers readiness level for actions in crisis situations", Abstracts of the International Scientific and Practical Conference "Modern information technologies in the management and professional training of operators of complex systems", GLAU, Kirovograd, pp. 67-68.
7. Sergunova, O.V., Pavlenko, M.A., Timochko A.I. and Vorobiev E.V. (2015), "Analysis of methods for modeling operator activity in the human-machine system", *Information Processing Systems*, No. 7. pp. 80-82.

Received (Надійшла) 22.02.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 16.05.2018

**Анализ научно-методического аппарата,  
применяемого для оценки и совершенствования деятельности авиационных диспетчеров**

Д. Е. Гришманов, Ю. В. Данюк, Ф. А. Барилук, Р. В. Корольов

**Предметом** изучения в статье являются процессы деятельности авиационных диспетчеров дежурной смены районного диспетчерского центра (РДЦ) системы обслуживания воздушного движения. **Целью** является проведение анализа существующего методического аппарата, применяемого для оценки деятельности авиационных диспетчеров дежурной смены РДЦ и их взаимодействия между собой и средствами автоматизации. **Задачи:** проанализировать противоречия в практике совершенствования деятельности дежурных смен РДЦ; провести анализ научно-методического аппарата, применяемого для оценки и совершенствования деятельности авиационных диспетчеров. Анализируемыми **методами** являются: графоаналитический метод, метод структурно-алгоритмического анализа, метод сетевых моделей деятельности, метод эталонного диспетчера (метод копирования). Получены следующие **результаты**. Описан комплекс информационных моделей, необходимых для описания работы дежурной смены РДЦ и предложены возможные варианты совершенствования элементов моделей деятельности дежурных смен РДЦ. **Выводы.** В результате рассмотрения противоречий в практике совершенствования деятельности дежурных смен районных диспетчерских центров были выявлены факторы, влияющие на необходимость совершенствования процессов работы дежурной смены РДЦ. Анализ научно-методического аппарата, применяемого для построения моделей работы дежурной смены РДЦ, позволил выявить некоторые недостатки методики, применяемой для решения данных задач.

**Ключевые слова:** авиационный диспетчер; районный диспетчерский центр; моделирование деятельности авиационного диспетчера.

**Analysis of scientific and methodical apparatus applicable  
for evaluation and improvement of activity of aircraft controllers**

D. Grishmanov, Yu. Danyuk, F. Baryliuk, R. Korolev

The **subject matter** of the article is the processes of the activity of air controllers on duty shift of the area control center (ACC) of the air traffic services system. The **goal** is the analysis of the existing methodological apparatus used to evaluate the activity of the air traffic controllers of the duty shift of the ACC and their interaction with each other and automation means. The **tasks** are: to analyze the contradictions in the practice of improving the activity of the duty shifts of the ACC; to conduct an analysis of the scientific and methodological apparatus used to evaluate and improve the activities of air traffic controllers. Analyzed **methods** are: graphoanalytical method, method of structural algorithmic analysis, method of network activity models, reference dispatcher method (copy method). The following **results** were obtained: a complex of information models necessary for describing the work of the ACC shift on duty is described and possible options for improving the elements of the models of the activity of the duty shifts of the ACC. **Conclusions.** As a result of consideration of contradictions in the practice of improving the activity of the shifts of the district dispatch centers, factors influencing the need to improve the work processes of the duty shift of ACCs were identified. An analysis of the scientific and methodological apparatus used to construct models for the operation of the duty shift of the ACC allowed us to identify some shortcomings in the methodology used to solve these problems.

**Keywords:** aviation dispatcher; district dispatch center; modeling of the aviation dispatcher activities.