

# Контроль космічного та повітряного простору

УДК 004.82

doi: 10.26906/SUNZ.2018.4.013

Д. Є. Гришманов<sup>1</sup>, О. Ю. Несміян<sup>2</sup>, Ф. А. Барилюк<sup>3</sup>, Є. А. Толкаченко<sup>2</sup><sup>1</sup> Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, Кропивницький<sup>2</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків<sup>3</sup> Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

## АНАЛІЗ ФОРМ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО МОДЕЛІ ДІЯЛЬНОСТІ ЧЕРГОВОЇ ЗМІНИ РАЙОННОГО ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ЦЕНТРУ

**Предметом** аналізу в статті є форми представлення інформації про моделі діяльності авіаційних диспетчерів чергової зміни районного диспетчерського центру (РДЦ) системи обслуговування повітряного руху. **Метою** є вибір раціональних форми представлення інформації про процеси діяльності авіаційного диспетчера при обслуговуванні повітряного руху. **Завдання:** обґрунтувати перспективність блочно-табличної форми представлення інформації з метою опису складної поліалгоритмічної діяльності чергової зміни РДЦ та визначення характеру взаємодій між авіаційними диспетчерами. Отримані такі **результати**. Проведено аналіз можливих форм представлення інформації про моделі діяльності чергової зміни РДЦ. Обрано спосіб зберігання, пошуку, відтворення та коригування інформації про діяльність чергової зміни РДЦ. **Висновки.** Для представлення інформації про процеси діяльності чергової зміни РДЦ було запропоновано застосовувати блочно-табличну форму, яка дозволяє враховувати поліалгоритмічність діяльності авіаційних диспетчерів. Вказано на важливість здійснення поточного об'єктивного контролю з метою отримання можливості оцінки діяльності авіаційного диспетчера в подальшому.

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

### Вступ

Науково-технічний прогрес і пов'язана з ним автоматизація процесів управління істотно змінюють характер і умови праці авіаційних диспетчерів в системі обслуговування повітряного руху.

Впровадження нових алгоритмів діяльності з обслуговування повітряного руху, їх різноманітне поєднання, необхідність організації взаємодії між особами чергової зміни РДЦ та засобами автоматизації обумовлюють необхідність пошуку нових та вдосконалення існуючих форм представлення інформації про процеси діяльності авіаційних диспетчерів у складі чергової зміни районного диспетчерського центру.

**Аналіз літератури** показав [1, 5], що на сучасному етапі не має єдиного підходу щодо вибору форми представлення інформації про моделі діяльності чергової зміни районного диспетчерського центру.

Даний факт не дозволяє формалізувати питання застосування моделей діяльності для підтримки прийняття та реалізації рішень в ході роботи, для навчання і оцінки рівня підготовки авіаційних диспетчерів, а також для проведення досліджень щодо вдосконалення діяльності чергової зміни районного диспетчерського центру [2].

**Метою статті** є обґрунтування перспективності застосування блочно-табличної форми представлення інформації з метою опису складної поліалгоритмічної діяльності чергової зміни районного диспетчерського центру та визначення характеру взаємодій між авіаційними диспетчерами.

### Основний матеріал

**Аналіз форм представлення інформації про процеси діяльності чергової зміни РДЦ.** В рамках трансформативної теорії динаміки систем показано [3, 4], що засоби відображення інформації (ЗВІ) на автоматизованих робочих місцях повинні формувати не тільки інформаційну модель об'єкта управління, а й інформаційну модель розв'язуваної задачі. Тобто адекватність інформаційної моделі, яка відображається, реальній обстановці не є єдиною необхідною умовою для ЗВІ. Найбільш загальною обов'язковою вимогою для ЗВІ є адекватність інформаційної моделі стратегії і психологічній структурі вирішення задачі управління.

З цього випливає, що в процесі застосування АСУ повітряним рухом необхідно організувати зберігання, пошук і відтворення інформації не тільки про повітряні об'єкти та свої засоби забезпечення польотів, а й про апріорні і реалізовані моделі діяльності чергової зміни районного диспетчерського центру в різних ситуаціях. Це дозволить вирішувати питання застосування моделей діяльності для підтримки прийняття та реалізації рішень в ході роботи, для навчання і оцінки рівня підготовки авіаційних диспетчерів, а також для проведення досліджень щодо вдосконалення діяльності чергової зміни РДЦ. Відомі такі форми подання (зберігання) інформації про моделі діяльності авіаційних диспетчерів:

- текстуальна (*P*-форма);
- таблична (*T*-форма);
- у вигляді логічних схем алгоритмів (*L*-форма);
- у вигляді блочних схем алгоритмів (*B*-форма);

– у вигляді мережевих моделей (*S*-форма);  
 – за допомогою спеціальних технічних засобів зберігання, обробки і відображення інформації про рекомендовані дії (підсвічуються транспаранти, які підсвічуються, ЕОМ і т.п.) (*C*-форма).

Множину однорідних форм можна визначити виразом:

$$M = \{P, T, L, B, S, C\}. \quad (1)$$

Часто відмічені форми застосовуються комплексно, причому ступінь пізнання (запам'ятовування) моделей діяльності підвищується при одночасному поданні моделі множиною різних форм.

Розглянуті форми використовують так звані мовні знаки, що входять в природні або штучні знакові системи. Крім того, діяльність може відтворюватися немовних знаками (знаками-копіями) за допомогою засобів мікрофільмування, відеозапису, звукозапису і т.п.

Відповідно до положень теорії інформаційних семантичних систем повнота представлення інформації пов'язана з кількістю аспектів, кожен з яких характеризує певну властивість об'єкта і не піддається подальшому словесному поділу. У математичній інтерпретації аспект являє собою кортеж знаків (літер, слів, символів), довжина якого може бути довільною. У загальному випадку кортежем довжини  $n$  є запис виду:

$$\alpha = \langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{причому} \quad \alpha &= \{a_i \in \alpha; a_i \rightarrow R(a_i)\}, \\ \forall a_i (a_i \in \alpha) &\{Q(a_i) \vee \neg Q(a_i)\}, \\ \min \alpha &= a_1, \max \alpha = a_n, i = \overline{1, n}, \end{aligned}$$

де  $a_1, a_n$  – перша і остання компоненти кортежу відповідно;  $R(a_i)$  – відношення «бути впорядкованими по місцях»;  $Q(a_i)$  – відношення «бути однаковими».

Розглянемо аспекти використання різних форм представлення інформації про діяльність чергової зміни РДЦ.

Найбільш широке застосування в досліджуваних системах знайшли *P*-форма та *T*-форма – в інструкціях по експлуатації, в інструкціях по роботі і т.д. *L*-форма, *B*-форма та *S*-форма розробляються в основному в ініціативному порядку та використовуються в навчальних посібниках, статтях і інших матеріалах. *C*-форма пов'язана з оснащенням робочих місць диспетчерів елементами системи підтримки прийняття рішень.

Особливістю застосування перших чотирьох форм опису моделей діяльності є необхідність запам'ятовування необхідної послідовності дій або наявності інструкцій на робочому місці. У той же час ці форми дають можливість удосконалювати моделі на етапі експлуатації системи.

*C*-форма не вимагає запам'ятовування великих обсягів інформації, що істотно спрощує процес

навчання диспетчерів і зводить до мінімуму можливу кількість помилок в їх діях. Але дана форма для існуючих АСУ з урахуванням особливостей їх побудови може вдосконалюватися головним чином на етапі конструювання системи.

*P*-форма відрізняється найнижчим ступенем структурування інформації, що веде до суттєвих обсягів описів, складності уявлення взаємозв'язків дій різних диспетчерів чергової зміни і труднощів визначення кількісних характеристик алгоритму діяльності. Крім того, полісемія, притаманна природній мові, може привести до неоднозначного трактування настанов і, як наслідок, до їх помилкового відтворення.

Застосування *T*-форми дозволяє виявити структуру діяльності, послідовність і зміст необхідних дій конкретної особи чергової зміни РДЦ в заданих ситуаціях. Ця форма відрізняється простотою і наочністю, але пов'язана зі складністю опису логічних умов і циклічних процесів.

При використанні *L*-форми алгоритми діяльності записуються в рядок у вигляді необхідної послідовності практичних і аналітичних дій (логічних умов), позначаються буквами латинського алфавіту. Перевагою цієї форми є компактність запису, а до недоліків слід віднести низьку наочність, можливість опису простих логічних умов і необхідність розкриття змісту дій в додатковому додатку.

У блочній схемі (*B*-формі) елементи алгоритму діяльності – практичні дії (операційні елементи і елементи очікування) позначаються прямокутниками, а аналітичні дії (вирішальні елементи) – ромбами. Вони розташовуються в заданій послідовності з зазначенням взаємних зв'язків. У середині прямокутника розкривається зміст практичної дії (тип введення інформації в КЗА, зразок мовної команди і т.д.). У середині ромба показується короткий зміст аналітичного дії (логічного умови). Для побудови в подальшому мережевої моделі діяльності доцільно додатково вказувати витрати часу на реалізацію даного елемента алгоритму. Після ромба можливі дві і більше послідовностей дій в залежності від прийнятого рішення.

*B*-форма подання алгоритмів діяльності є мовою методу структурно-алгоритмічного аналізу (МСА). Ця форма наочна, дозволяє показати взаємозв'язок дій диспетчерів чергової зміни РДЦ в різних ситуаціях і не вимагає розгорнутих додатків. До недоліків *B*-форми слід віднести меншу компактність в порівнянні з *L*-формою і труднощі виявлення послідовності дій певного авіаційного диспетчера в складних алгоритмах діяльності.

У мережевих моделях (*S*-формі) використовуються основні знаки двох видів: вузли, позначені кружками або деякими додатковими символами, і позначені стрілками спрямовані дуги, що з'єднують вузли. Кожній стрілці відповідає та чи інша робота, що розуміється як процес із заданою тривалістю. Одним з основних завдань, що вирішуються при аналізі мережевих моделей, є визначення часу настання кожної події і можливостей варіювання часу початку і закінчення кожної роботи. Порівняно

з *L*-формою мережеві моделі дозволяють краще уявити технологічні зв'язки, що визначають можливі послідовності робіт.

Але також, як і логічні схеми, мережеві моделі відрізняються низькою наочністю і повинні супроводжуватися пояснювальними таблицями, що зумовлює доцільність їх використання головним чином в дослідницьких цілях.

Переваги *B*-форми та *T*-форми обумовлюють перспективність їх застосування в цілях структурування інформації про діяльність чергової зміни РДЦ (зокрема, в різних документах і навчальних посібниках). Для опису складної поліалгоритмічної діяльності пропонується групувати блоки алгоритмів діяльності у вигляді стовпців таблиці для тих чи інших авіаційних диспетчерів чергової зміни РДЦ. Тим самим буде реалізований блочно-таблична мова представлення алгоритмів (мова МСА/Т) і використані переваги як *B*-форми так і *T*-форми. Крім того, застосування мови МСА/Т дозволить спростити процес виявлення і вдосконалення взаємодії між різними диспетчерами чергової зміни.

**Вибір способів зберігання, пошуку, відтворення та коригування інформації про діяльність чергової зміни РДЦ.** Через обмежені можливості людини з обробки інформації про алгоритми діяльності чергової зміни РДЦ (рис. 1), комплексне вирішення питань зберігання, пошуку і оперативного використання цієї інформації в ході виконання завдань управління повітряним рухом можливе тільки із застосуванням сучасних інформаційних засобів. При цьому необхідно включення в систему основних або допоміжних АРМ для відображення додаткової інформації про необхідні алгоритми діяльності в різних ситуаціях. Для забезпечення вдосконалення способів дій по мірі освоєння системи доцільно передбачити можливість розширення бібліотеки

алгоритмів діяльності і їх коригування в процесі експлуатації АСУ.

Питання оптимізації пошуку інформації про алгоритми діяльності, необхідні в тих чи інших ситуаціях, з використанням різних документів (посібників, інструкцій) можуть вирішуватися на основі раціональної побудови цих документів (наприклад, за рахунок введення предметного покажчика типових ситуацій і пов'язаних з ними алгоритмів). Для систем зберігання, обробки і відображення інформації про моделі діяльності на базі ЕОМ пошук потрібної інформації може бути організований на основі стандартних програм каталогів, підкаталогів, "меню", "вікон" і т.п.

Застосування моделей діяльності для цілей навчання і оцінки рівня підготовки чергової зміни РДЦ ґрунтується на тому факті, що модель є зразком (еталоном) діяльності в певних ситуаціях, до якого має прагнути, особа, яку навчають або перевіряють. В даному випадку повинні бути виконані дидактичні вимоги по наочності і доступності навчального матеріалу. Проведений вище аналіз особливостей різних форм представлення алгоритмів діяльності призводить до висновку, що зазначеним вимогам найбільшою мірою задовольняє блочно-таблична форма, побудована на основі методу структурно-алгоритмічного аналізу.

Але при цьому необхідно організувати контроль ситуацій, що виникають, і виконаних дій, враховуючи переваги і недоліки різних методів реєстрації даних (табл. 1). Важливість здійснення об'єктивного контролю реалізованих алгоритмів діяльності обумовлюється з одного боку необхідністю отримання достовірних даних про досягнутий рівень підготовки диспетчерів, а з іншого боку – можливістю використання диспетчерами моделей діяльності з новою, раніше невідомою структурою.



Рис. 1. Характеристики людини в системі збору та обробки інформації

Таблиця 1 – Переваги та недоліки автоматичних методів реєстрації даних

Переваги	Недоліки
1. Більша чутливість та точність. 2. Можливість реєстрації параметрів, які не сприймаються органами почуттів людини. 3. Можливість виключення суб'єктивних та систематичних помилок. 4. Можливість багаторазового відтворення даних. 5. Можливість оперативної реєстрації та одночасної обробки.	1. Недостатня універсальність. 2. Потребують більш витрат. 3. Можливість несправностей. 4. Необхідність постійного технічного забезпечення та обслуговування. 5. Складність пристосування до варіативних умов проведення перевірок.

Таким чином, можна виділити наступні аспекти застосування моделей діяльності чергової зміни РДЦ: оперативне інформування диспетчерів про алгоритми діяльності рекомендовані в даних ситуа-

ціях ( $A_1$ ); навчання авіаційних диспетчерів по зразкам (еталонам) фрагментів роботи з обслуговування повітряного руху ( $A_2$ ); контроль досягнутого рівня підготовки авіаційних диспетчерів ( $A_3$ ); визначення

показників відомих алгоритмів діяльності ( $A_4$ ); побудова нових алгоритмів діяльності і визначення їх показників ( $A_5$ ).

## ВИСНОВКИ

Зіставлення переваг і недоліків різних форм представлення інформації про моделі діяльності чергової зміни РДЦ дозволило виявити перспективність запропонованої блочно-табличної форми з метою опису складної поліалгоритмічної діяльності

чергової зміни РДЦ та визначення характеру взаємодій між авіаційними диспетчерами.

Показано, що важливість здійснення об'єктивного контролю реалізованих алгоритмів діяльності чергової зміни РДЦ обумовлюється з одного боку необхідністю отримання достовірних даних про досягнутий рівень підготовки авіаційних диспетчерів, а з іншого боку можливістю використання диспетчерами моделей діяльності з новою, раніше невідомою структурою.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Grishmanov D., Pukhalska H., Yarokhovytsch O., Pysarchuk O. Application of the structural-algorithmic analysis method for modeling work duty shift area control centers // Сучасні інформаційні системи, — 2018. — №1. — С. 5-10.
2. Павленко М. А. 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 / Бердник П.Г., Кучук Г.А., Кучук Н.Г., Обидин Д.Н., Павленко М.А., Петров А.В., Руденко В.Н., Тимочко А.И. — Кропивницький : КЛА НАУ, 2016. — 248 с.
4. Основи теорії систем та системного аналізу: підручник / Павленко М.А., Петров О.В., Хмелевський С.І. та ін. — Харків : ХНУПС, 2018. — 215 с.
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 // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии в управлении и профессиональной подготовке операторов сложных систем». — Кировоград: ГЛАУ, 2003. — С. 67-68.

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С. В. Козелков,  
Державний університет телекомунікацій, Київ  
Received (Надійшла) 18.04.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 22.07.2018

## Анализ форм представления информации о модели деятельности дежурной смены РДЦ

Д. Е. Гришманов, А. Ю. Несмиян, Ф. А. Барилук, С. А. Толкаченко

**Предметом** анализа в статье являются формы представления информации о модели деятельности авиационных диспетчеров дежурной смены районного диспетчерского центра (РДЦ) системы обслуживания воздушного движения. **Целью** является выбор рациональных форм представления информации о процессах деятельности авиационного диспетчера при обслуживании воздушного движения. **Задачи:** обосновать перспективность блочно-табличной формы представления информации с целью описания сложной полиалгоритмической деятельности дежурной смены РДЦ и определения характера взаимодействий между авиационными диспетчерами. Получены следующие **результаты.** Проведен анализ возможных форм представления информации о модели деятельности дежурной смены РДЦ. Выбран способ хранения, поиска, воспроизведения и корректировки информации о деятельности дежурной смены РДЦ. **Выводы.** Для представления информации о процессах деятельности дежурной смены РДЦ было предложено применять блочно-табличную форму, которая позволяет учитывать полиалгоритмичность деятельности авиационных диспетчеров. Указано на важность осуществления текущего объективного контроля с целью получения возможности оценки деятельности авиационного диспетчера в дальнейшем.

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

## Analysis of the forms of representation of information about the model of the developmental change activity of the ACC

D. Grishmanov, O. Nesmiian, F. Baryiluk, Yu. Tolkachenko

The **subject matter** of the article are the forms for presenting information on the model of the operation of air traffic controllers of the duty shift of the regional dispatch center (ACC) of the air traffic services system. The **goal** is the choice of rational forms of presentation of information on the processes of the operation of the air traffic controller in the maintenance of air traffic. The **tasks** to substantiate the prospect of a block-tabular form of information representation in order to describe the complex poly-algorithmic activity of the duty shift of the ACC and to determine the nature of the interactions between the air traffic controllers. The following **results** were obtained: The analysis of possible forms of representation of the model of the activity of duty shift of the ACC is carried out. The way of storing, searching, reproducing and updating information on the activity of the duty shift of the ACC is selected. **Conclusions.** To provide information on the processes of the duty shift of the ACCs, it was proposed to use a block-tabular form that allows taking into account the multi-algorithmicity of the operations of air traffic controllers. It is indicated the importance of implementing the current objective control in order to obtain the possibility of assessing the activities of the aircraft controller in the future.

**Keywords:** aviation dispatcher; area control center; modeling of the air controller activities; forms of presentation of information.