

Д.Є. Гришманов

Льотна академія Національного авіаційного університету, Кропивницький, Україна

МЕТОД ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ ДІЙ АВІАЦІЙНОГО ДИСПЕТЧЕРА

Предметом вивчення в статті є процеси діяльності авіаційних диспетчерів чергової зміни районного диспетчерського центру (РДЦ) системи обслуговування повітряного руху. **Метою** є розробка методу вибору раціональних алгоритмів дій авіаційного диспетчера при обслуговуванні повітряного руху. **Завдання:** обґрунтувати можливість застосування мережевих моделей для вибору алгоритму дій авіаційного диспетчера. Застосованими **методами** є: метод структурно-алгоритмічного аналізу та метод мережевих моделей діяльності. Отримані такі **результати**. Запропоновані шляхи розширення можливостей узагальненої мережевої моделі діяльності чергової зміни РДЦ. Обрані основні показники для порівняльної оцінки моделей діяльності чергової зміни РДЦ. **Висновки.** Для розширення можливостей узагальненої мережевої моделі діяльності чергової зміни РДЦ було запропоновано ввести додаткові вершини-події, які дозволяють досягти синхронності взаємодії між взаємодіючими диспетчерами та були обрані та обґрунтовані основні показники якості моделей діяльності чергової зміни РДЦ.

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 алгоритмів діяльності авіаційних диспетчерів і визначення напрямків їх вдосконалення на етапах розробки, дослідження і застосування для інформаційного забезпечення роботи і навчання авіаційних диспетчерів.

Крім того актуальним стає питання удосконалення математичного апарату для вибору оптимального алгоритму діяльності авіаційного диспетчера.

Аналіз літератури. Аналіз літератури показав [1, 2, 5, 6], що на сучасному етапі не має достатньо розробленої методики вдосконалення сформованих моделей діяльності авіаційного диспетчера у складі чергової зміни районного диспетчерського центру. Так, 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 вибору алгоритму дій авіаційних диспетчерів, шляхом більш повного врахування всіх факторів (включаючи людський), що впливають на функціонування чергової зміни РДЦ.

Мета статті. Метою статті є розширення можливостей узагальненої мережевої моделі при моделюванні діяльності чергової зміни та вибір і обґрунтування основних показників для порівняльної оцінки моделей діяльності чергової зміни районного диспетчерського центру.

Основний матеріал

Вибір раціональних алгоритмів дій на основі методу мережевих моделей діяльності. Метод структурно-алгоритмічного аналізу, який зазвичай застосовується для моделювання діяльності, не має достатньо розробленої методики вдосконалення сформованої моделі діяльності.

Одним з напрямків усунення даного недоліку є доповнення методу структурно-алгоритмічного аналізу методом мережевих моделей діяльності (МММ). Відомо, що від описів на мові МСА можливий перехід до мережевої моделі з використанням апарату ПЕРТ або до мережі Петрі. При цьому модифіковані часові мережі Петрі рекомендується використовувати для імітаційного моделювання систем підтримки прийняття рішень, а моделі ПЕРТ – для подання та вивчення комплексів взаємопов'язаних робіт і управління ними, що має значення в процесі вдосконалення моделі.

Для традиційного способу використання МММ властиві наступні недоліки:

- неможливість моделювання процесів, що включають роботи з неоднозначним результатом, який визначається випадковими чинниками або діями інших систем;
- складність відображення на мережевому графіку альтернативних варіантів досягнення цілей;
- неформальний характер процесу оптимізації мережевого графіка, що базується на досвіді та інтуїції його упорядника.

Так як для процесу роботи чергової зміни РДЦ характерні багатоваріантність і неоднозначність результатів, зазначені недоліки ускладнюють застосування МММ для моделювання діяльності авіаційних диспетчерів. Значною мірою подолати недоліки традиційного МММ дозволяє узагальнена мережева модель, що передбачає введення вирішуючих вершин-подій, що дає можливість приймати до уваги альтернативні варіанти вирішення задачі. Але і узагальнена мережева модель діяльності не враховує

особливості організації взаємодій диспетчерів в реальному масштабі часу.

Для розширення можливостей узагальненої мережевої моделі при моделюванні діяльності чергової зміни пропонується ввести вершини-події "готовність до взаємодії" і "закінчення взаємодії", які з'єднуються "роботами взаємодії". При цьому природною умовою синхронності взаємодії буде рівність критичних шляхів, пов'язаних з попередніми діями взаємодіючих диспетчерів:

$$\begin{aligned} L_1^*(k) &= \max_{L_1} \left(\sum_{(i,j) \in L_1} t(i,j) \right) = \\ &= L_2^*(k) = \max_{L_2} \left(\sum_{(m,n) \in L_2} t(m,n) \right), \end{aligned} \quad (1)$$

де $(i,j), (m,n)$ – роботи першого і другого диспетчерів, які беруть участь у взаємодії; $t(i,j), t(m,n)$ – тривалість робіт взаємодіючих диспетчерів; $L_1^*(k), L_2^*(k)$ – критичні шляхи від вихідної події до k -ої події "готовність до взаємодії" для 1-го і 2-го диспетчерів відповідно.

Невиконання указаних умов може призвести до ряду наступних наслідків. При напрямку взаємодії від першого диспетчера до другого (наприклад, перший диспетчер видає команду, а другий її приймає і т.п.) в разі $L_1^*(k) > L_2^*(k)$ для другого диспетчера характерні витрати часу на сподівання взаємодії, а в разі $L_1^*(k) < L_2^*(k)$ в умовах видачі команди керівником польоту без урахування закінчення дій диспетчером відбудеться накладення взаємодії на реалізований диспетчером алгоритм діяльності. У першому випадку з'являються елементи сподівання і диспетчери виявляються нерівномірно завантаженими, у другому випадку можливо неправильне сприйняття команди і зрив виконання задач управління.

Для того, щоб домогтися реалізації умови (1) і уникнути зазначених негативних наслідків, необхідно перетворити вихідну мережеву модель. При цьому можуть бути використані такі прийоми структурних перетворень:

- видалення або додавання дуг і їх переорієнтація (інверсія);
- заміна деякого підграфа однією вершиною (стягування, склеювання вершин);
- видалення підграфа з заміною дуг, які виключаються;
- додавання деякого підграфа або вершини з дугами;
- заміна деякої вершини підграфом (розщеплення вершини);
- заміна послідовного виконання робіт паралельним (розчленування великих робіт так, щоб наступні роботи могли початися після виконання частини розглянутої роботи).

Оцінка критичних шляхів різних варіантів перетворень мережевих моделей може проводитися тільки на основі знання статичних характеристик тих чи інших робіт – математичного сподівання і дисперсії

їх тривалості. Так як кожна робота в досліджуваних системах являє собою сукупність елементарних операцій (перенесення погляду, переміщення руки, натискання кнопки і т.п.), час її виконання можна розглядати як суму деякого числа незалежних випадкових величин, підпорядкованих нормальному закону розподілення.

Але в зв'язку з тим, що психофізіологічні можливості людини обмежені, час виконання роботи не може бути менше деякої величини t_{\min} . Це призводить до необхідності трансформування розподілення тривалості роботи в усичене знизу нормальне розподілення з параметрами:

$$\bar{t}_y = \sum_{i=1}^k t_i; \sigma_y^2 = \sum_{i=1}^k \sigma_i^2, \quad (2)$$

де k – кількість операцій, що входять в операційний елемент, t_i, σ_i^2 – математичне сподівання і дисперсія тривалості j -ої операції.

Функція щільності ймовірності для усиченого нормального розподілення з точкою усичення t_{\min} визначається відношенням:

$$f(t) = \begin{cases} \frac{c}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-t_u)^2}{2\sigma_u^2}\right), & \text{при } t > t_{\min}; \\ 0, & \text{при } t < t_{\min}, \end{cases} \quad (3)$$

де t_u, σ_u^2 – математичне сподівання і дисперсія вихідного нормального розподілення; c – нормуючий множник.

Моменти усиченого нормального закону \bar{t}_y, σ_y^2 пов'язані з моментами вихідного закону в такий спосіб (при $t_{\max} = \infty$):

$$\bar{t}_y = \bar{t}_u + \sigma_u B, \quad (4)$$

$$\sigma_y^2 = \sigma_u^2 (1 - B^2 - tB), \quad (5)$$

$$U = (t_{\min} - \bar{t}_u) / \sigma_u^2, \quad (6)$$

$$B_1 = \frac{c}{\sqrt{2\pi}} e^{-U^2/2} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} [0,5 - \Phi_0(U)]} e^{-U^2/2}, \quad (7)$$

де $\Phi_0(U)$ – функція Лапласа-Гауса.

В результаті рішення наведеної системи рівнянь можуть бути знайдені величини \bar{t}_y, σ_y^2, c . Однак, так як безпосереднє аналітичне рішення цієї системи рівнянь досить трудомістке, можна скористатися графічним методом. Для цього визначається

$$B_2 = (\bar{t}_y - \bar{t}_u) / \sigma_u. \quad (8)$$

Після цього графічно будуються функції $B_1 = f_1(\bar{t}_u)$ та $B_2 = f_2(\bar{t}_u)$. Значення \bar{t}_u , яке задовольняє рівності $B_1 = B_2$, буде шуканим. Значення

σ_u , необхідне для побудови $f_1(\bar{t}_u)$ та $f_2(\bar{t}_u)$ знаходиться з виразу:

$$\sigma_u^2 = \sigma_y^2 + (\bar{t}_y - \bar{t}_u)^2 + (t_{\min} - \bar{t}_u)(t_y - t_u). \quad (9)$$

Після визначення \bar{t}_u і σ_u^2 з виразу для B_1 може бути знайдена величина нормуючого множника c і побудована функція щільності часу виконання роботи диспетчерів. Функція своєчасності виконання роботи авіаційним диспетчером дорівнює:

$$q(t) = p\{t_{on} < t\} = c \times \int_{t_{\min}}^t f(t_u) dt_u = c \left[\Phi_0\left(\frac{\bar{t}_u - t_{\min}}{\sigma_u}\right) - \Phi_0\left(\frac{t - \bar{t}_u}{\sigma_u}\right) \right]. \quad (10)$$

З урахуванням розглянутих положень рішення задачі побудови моделі діяльності чергової зміни РДЦ пропонується здійснювати в такому порядку:

1. Вибираються найбільш складні для освоєння фрагменти роботи в типових ситуаціях, пов'язані зі значним числом операційних і вирішуючих елементів та ті, які роблять істотний вплив на пропускну здатність АСУ.

2. На основі описів діяльності окремих диспетчерів, наведених в керівництвах (інструкціях), за відповідними матрицями складності і ізоморфними їм графам будується структурно-алгоритмічна модель роботи чергової зміни РДЦ і цілому.

3. За допомогою аналізу елементів загальної матриці складності з урахуванням умов щодо кількості операцій, що підлягають виконанню одним диспетчером виявляється характер взаємодій між диспетчерами і будується узагальнена мережева модель діяльності.

4. Оцінюються критичні шляхи до подій "готовність до взаємодії" для різних диспетчерів і з використанням прийомів структурних перетворень мережевих моделей домагаються виконання умови синхронності дій чергової зміни (1).

5. З урахуванням накопиченого досвіду застосування АСУ уточнюються витрати часу на виконання операційних та вирішуючих елементів і на основі співвідношень (2 – 10) визначаються показники розподілу тривалості виконання задачі.

Обґрунтування показників для порівняльної оцінки якості моделей діяльності чергової зміни РДЦ із змінною структурою. З урахуванням виявленої структури в загальному випадку модель діяльності чергової зміни РДЦ може характеризуватися видом узагальненої ситуації для якої вона розроблена, складністю алгоритму діяльності та часовими і імовірнісними показниками. Відомо, що для кількісної оцінки алгоритму діяльності застосовано такі абсолютні показники, як сумарна динамічна інтенсивність, логічна складність і стереотипність.

Сумарна динамічна інтенсивність характеризує кількість дій, виконуваних авіаційним диспетчером за одиницю часу, і визначається виразом:

$$d = N/T_3, \quad (11)$$

де N – загальне число дій диспетчера при реалізації алгоритму; T_3 – середній час рішення задачі.

Для методу побудови моделей діяльності на основі структурно-алгоритмічного і мережевого підходів в якості параметра N пропонується використовувати сумарне число операційних і вирішуючих елементів алгоритму діяльності, а як параметр T_3 – математичне сподівання реальних витрат часу.

Показник стереотипності оцінюється за наявністю в алгоритмі діяльності безперервних послідовностей операційних елементів і тривалості цих послідовностей. Показник логічної складності пов'язаний з необхідністю перебудови системи дій в разі зміни поточних ситуацій.

Прийнято проводити оцінку стереотипності і логічної складності через нормовані коефіцієнти. Нехай алгоритм складається з N елементів (N_{on} операційних елементів і N_p вирішуючих елементів). Розіб'ємо алгоритм діяльності на n комплексних груп (наприклад, за кількістю диспетчерів, що беруть участь в реалізації алгоритму). Нехай кожна i -та комплексна група містить m_i елементів, причому з них m_{oni} операційних і m_{pi} вирішуючих.

При цьому відношення N_{on}/N характеризує частку операційних елементів в алгоритмі; а відношення m_{oni}/N_{on} та m_{oni}/m_i – розподілу елементів по групах. Тоді можна записати вираз для нормованого коефіцієнта стереотипності:

$$K_{cm} = \sum_{i=1}^n \frac{N_{on}}{N} \cdot \frac{m_{oni}}{N_{on}} \cdot \frac{m_{oni}}{m_i}, \quad (12)$$

$$K_{cm} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{m_{oni}^2}{m_i}, \quad (13)$$

За аналогією можна визначити співвідношення і для нормованого коефіцієнта логічної складності:

$$K_l = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{m_{pi}^2}{m_i}, \quad (14)$$

Але наведені показники не враховують такий істотний момент, як можливість непродуктивних витрат часу в результаті сподівання диспетчерами взаємодій, тобто наявність в комплексних групах елементів сподівань. За аналогією з попередніми висловлюваннями пропонується ввести співвідношення для нормованого коефіцієнта сподівань:

$$K_{ож} = \frac{1}{N^*} \sum_{i=1}^n \frac{m_{ожі}^2}{m_i}, \quad (15)$$

де N^* – сумарне число елементів алгоритму з урахуванням елементів сподівань.

Крім того, важливим показником алгоритму діяльності, який є характерним для чергової зміни РДЦ і впливає на оперативність вирішення задачі управління, є число взаємодій між диспетчерами V .

Для виявлення часових і імовірнісних показників узагальної мережевої моделі діяльності в силу багатоваріантності процесу роботи чергової зміни РДЦ необхідно визначити множину шляхів реалізації алгоритму діяльності з урахуванням можливих результатів вирішальних подій. В даному випадку можуть бути використані формули логіки висловлювань і таблиці істинності. При цьому слід враховувати, що два шляхи, що виходять з вирішальної події, вважаються "кон'юнктивними", якщо їх початкові операції повинні бути спільно або виконані, або ні. Якщо з цих операцій реалізується тільки одна, а інша виключається, то такі шляхи вважаються "диз'юнктивними".

Загальні витрати часу на реалізацію даного варіанту алгоритму діяльності (на досягнення одного з можливих кінцевих подій) будуть відповідати сумі витрат часу на виконання робіт, що лежать на критичному шляху для зафіксованих результатів вирішальних подій. Облік апріорних ймовірностей, пов'язаних з критичним шляхом, дозволяє обчислити вірогідність тих чи інших кінцевих подій.

Одним з показників узагальної мережевої моделі діяльності чергової зміни РДЦ є ступінь невизначеності (ентропія) процесу роботи. В якості міри невизначеності в ситуаціях дихотомічного вибору доцільно використовувати співвідношення:

$$E = -\frac{1}{\log_2 M} \sum_{i=1}^M p_i \log_2 p_i, \quad (16)$$

де M – число можливих варіантів реалізації процесу діяльності; p_i – ймовірність реалізації i -го варіанти алгоритму діяльності; $\log_2 M$ – максимальна ентропія процесу діяльності (при рівності всіх апріорних ймовірностей альтернатив результатів вирішальних подій).

Всі розглянуті показники і параметри в ході вдосконалення моделей діяльності можуть змінюватися. Для характеристики ступеня зміни того чи іншого показника (параметра) на j -му етапі розробки моделі доцільно використовувати відносні коефіцієнти такого вигляду:

$$\delta_j = \left| \frac{a_j - a_{j-1}}{a_{j-1}} \right|, \quad (17)$$

де a_j , a_{j-1} – значення показника на j -му етапі розробки та досягнуте на $j-1$ -му етапі розробки.

У якості складових a_j , a_{j-1} можуть використовуватися значення N , T_3 , d , V , $K_{ст}$, $K_л$, $K_{ож}$ і т.д.

У зв'язку з тим, що характеристики роботи авіаційного диспетчера в силу їх схильності до впливу великої кількості факторів об'єктивного і суб'єктивного характеру (рівень навченості, динаміка працездатності, психологічні особливості і т.д.) є випадковими величинами, їх визначення має вестися статистичними методами. Відомо, що застосування статистичних критеріїв дозволяє отримати оцінки параметрів в процесі інженерно-психологічних вимірювань, проведених як методами імітаційного

моделювання, так і експериментальними методами.

Відомо, що достовірність статистичних вимірювань залежить від обсягу експерименту (числа дослідів). Обраний для аналізу діяльності чергової зміни РДЦ поєднання структурно-алгоритмічного і мережевого методів в силу наочності і відносної простоти структурно-алгоритмічного підходу дозволяє залучити до моделювання діяльності та визначення її показників поряд із фахівцями науково-дослідних і навчальних організацій, фахівців системи обслуговування повітряного руху. Це дає можливість значно збільшити число опитів, використовуваних для визначення характеристик діяльності, і, відповідно, підвищити точність вимірювань.

Будь-яке вимірювання являє собою порівняння з певним еталоном. Як еталон можуть виступати ймовірності настання певних подій (наприклад, ймовірність безпомилкової роботи) або математичні сподівання при використанні безперервних випадкових величин (наприклад, час виконання завдання).

Порівняння математичних сподівань проводиться за допомогою статистичного критерію Стьюдента (t -критерію) за формулою:

$$|M_x - M_э| \geq t_{i-p} \sigma \sqrt{\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_э}}, \quad (18)$$

де M_x – математичне сподівання досліджуваної величини x ; $M_э$ – еталонне значення; t – табличне значення t -критерію на рівні значущості α ; σ – середньоквадратичне відхилення значень вимірів; N_x , $N_э$ – число дослідів, проведених для визначення досліджуваної і еталонної величин.

При виборі еталона слід враховувати, що він повинен бути характеристикою для деяких спеціальних умов, які можна прийняти за початкові (вихідні).

Якщо характеристикою є ймовірність деякої події, то шукана величина визначається з виразу:

$$|p_x - p_э| \geq \sqrt{2} U_{i-p}, \quad (19)$$

де U – квантиль стандартного нормального розподілу. Величини \tilde{p}_x та $\tilde{p}_э$ описуються як:

$$\tilde{p}_x = 2\sqrt{N_x} \arcsin \sqrt{p_x}, \quad (20)$$

$$\tilde{p}_э = 2\sqrt{N_э} \arcsin \sqrt{p_э}, \quad (21)$$

де p_x – ймовірність настання досліджуваного події; $p_э$ – еталонне значення ймовірності.

Значення $M_x(P_x)$, при якому вирази (18) та (19) перетворюються в рівності, є критичним: в цьому випадку різниця між величинами M_x та $M_э$ (p_x и $p_э$) стає значущою.

Після визначення характеристик існуючої і знову розробленої моделей діяльності необхідно вирішувати задачу їх співставлення. Досягнення поліпшення хоча б однієї характеристики може оцінюватися позитивно, що відповідає альтернативній

(диз'юнктивній) стратегії прийняття рішень при оцінці корисності результатів.

Висновки

Для розширення можливостей узагальненої мережевої моделі при аналізі діяльності чергової зміни РДЦ запропоновано ввести вершини-події "готовність до взаємодії" і "закінчення взаємодії", які з'єднуються "роботами взаємодії". При цьому умовою синхронності взаємодії буде рівність критичних шля-

хів, пов'язаних з попередніми діями взаємодіючих диспетчерів. Виходячи з аналізу застосовності відомих характеристик діяльності авіаційних диспетчерів для моделей діяльності із змінною структурою в якості основних показників для порівняльної оцінки моделей обрані число операційних і вирішуючих елементів алгоритму, сумарна динамічна інтенсивність дій, нормовані коефіцієнти стереотипності, логічної складності, сподівань, тимчасові і імовірнісні показники і ступінь їх відхилення від вихідних значень.

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 // Научные работы академии: выпуск III, часть II. – Кировоград : ДЛАУ, 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, А. И. Тимочко. – Кропивницкий : 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 // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии в управлении и профессиональной подготовке операторов сложных систем». – Кировоград: 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 // Системи обробки інформації. – 2015. – № 7. – С. 80-82.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М. А. Павленко,
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків
Received (Надійшла) 28.03.2018
Accepted for publication (Прийнята до друку) 23.05.2018

Метод выбора рациональных алгоритмов действий авиационного диспетчера

Д. Э. Гришманов

Предметом изучения в статье являются процессы деятельности авиационных диспетчеров дежурной смены районного диспетчерского центра (РДЦ) системы обслуживания воздушного движения. **Целью** является разработка метода выбора рациональных алгоритмов действий авиационного диспетчера при обслуживании воздушного движения. **Задачи:** обосновать возможность применения сетевых моделей для выбора алгоритма действий авиационного диспетчера. Применяемыми **методами** являются: метод структурно-алгоритмического анализа и метод сетевых моделей деятельности. Получены следующие **результаты**. Предложены пути расширения возможностей обобщенной сетевой модели деятельности дежурной смены РДЦ. Выбраны основные показатели для сравнительной оценки моделей деятельности дежурной смены РДЦ. **Выводы.** Для расширения возможностей обобщенной сетевой модели деятельности дежурной смены РДЦ было предложено ввести дополнительные вершины-события, которые позволяют достичь синхронности взаимодействия между взаимодействующими диспетчерами и были выбраны и обоснованы основные показатели качества моделей деятельности дежурной смены РДЦ.

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

Method of selecting rational algorithms of action by the aviation dispatcher

D. Grishmanov

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 development of a method for selecting rational algorithms for the actions of an air traffic controller in the maintenance of air traffic. The **tasks** to justify the possibility of applying network models for the choice of the algorithm of the actions of the air traffic controller. The **methods** used are: the method of structural-algorithmic analysis and the method of network models of activity. The following **results** were obtained: The ways of expanding the possibilities of a generalized network model of the activity of the ACC shift on duty are suggested. The main indicators for the comparative evaluation of the models of the activity of the duty shift of the ACC. **Conclusions.** To expand the capabilities of the generalized network model of the activity of the ACC shift on duty, it was suggested to enter additional event vertices that allow synchronization of interaction between the communicating dispatchers and select and substantiate the basic performance indicators for the models of the duty shift operation of the ACC.

Keywords: aviation dispatcher, area control center, modeling of the air controller activities.