

УДК 629.7.07

**І.Л. Яқуніна, асп.**

*Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету*

## Алгоритм побудови детермінованої моделі прийняття рішень людиною-оператором при парированні особливих випадків в польоті

Наведено алгоритми отримання детермінованої моделі – мережевого графіка парировання особливого випадку в польоті авіаційним спеціалістом, та алгоритм розрахунку мережевого графіка. За допомогою спрощеного алгоритму проведено аналіз діяльності авіадиспетчера при виникненні особливого випадку в польоті «Зіткнення ПС з птахом».

**детермінована модель, алгоритм, людина-оператор**

**Вступ** Діяльність авіаційних спеціалістів характеризується насамперед жорстким лімітом часу, оскільки в авіації кожна ситуація змінюється з дуже великою швидкістю. Також діяльність авіаційного фахівця являється строго регламентованою нормативними документами в авіаційній галузі, як при нормальних умовах виконання польоту, так і у випадку ускладнень. Це дозволяє для моделювання вищевказаної діяльності застосовувати детерміновані моделі, які допомагають наочно аналізувати послідовність операційних процедур, спрямованих на парировання особливого випадку в польоті; визначати максимальний та мінімальний час, який необхідний для повного виконання комплексу операційних процедур. Найбільш точно цим критеріям відповідають мережеві графіки.

**Аналіз досліджень і публікацій** Детально описано спосіб побудови мережевих графіків у Вентцель Є.С. [1]. Там же наведено формальний запис завдання мережевого планування, на прикладі показано оптимізацію плану комплексу робіт.

Ігнатєва А.В. та Максимцев М.М. в своїй роботі [2] наводять аналіз мережевих графіків з теоретичної точки зору на прикладі складних організаційних систем.

В роботі Сікірди Ю.В. [3] побудовано автоматизовану систему з елементами інформаційної підтримки авіаційного диспетчера при відмові авіаційного двигуна в крейсерському польоті. Недоліком цієї системи є відсутність врахування часу необхідного на парировання авіаційним диспетчером даного особливого випадку в польоті.

Автоматизацією вирішення складноформалізованих задач в своїх роботах займалися Охоцимський Д.Е., Поспелов Г.С.[4], Соломенцев Ю.М.[5], Шмельова Т. Ф.[6,7].

**Постановка завдання** Метою даної роботи є визначення алгоритму побудови моделі прийняття рішень людиною-оператором при парированні особливих випадків в польоті, з детермінованою структурою. А також узагальнення застосування мережевих графіків для аналізу авіаційних подій, як представника детермінованих моделей, визначення основних етапів побудови мережевих графіків. Побудова мережевого графіка виконання операційних процедур авіадиспетчером при виникненні ОВП «Зіткнення ПС з птахом».

**Виклад основного матеріалу** Мережевий графік виконання операційних процедур авіаційним спеціалістом при виникненні аварійних чи непередбачуваних подій — це орієнтований граф без контурів, який має «вузли» і «дуги». «Вузли» графу позначають події на початку (кінці) операційної процедури авіаспеціаліста при виникненні ОВП. «Дуги» - відповідають змісту операційних процедур відповідно до технології (інструкції, керівництва з льотної експлуатації даного типу ПС).

Раніше було проведено аналіз діяльності авіадиспетчера та екіпажу повітряного судна (ПС) у випадку відмови авіаційного двигуна на зльоті [8, 9], де наочно подано послідовність операційних процедур, спрямованих на парирування особливого випадку в польоті (ОВП), та визначено критичний час необхідний для виконання повного комплексу вищезазначених операційних процедур.

Мережевий аналіз ОВП можна умовно розділити на дві складових:

1. побудова мережевого графіка виконання операційних процедур;
2. розрахунок мережевого графіка (визначення ранніх ті пізніх строків виконання операційної процедури, визначення резервів часу на виконання тієї чи іншої операційної процедури, визначення критичного часу, необхідного для парирування даного ОВП, та відповідного йому критичного шляху).

Наведемо алгоритм побудови мережевого графіка парирування конкретного ОВП:

1. визначення технології парирування даного ОВП з нормативних документів, якими керується авіаційний спеціаліст у своїй діяльності;
2. розклад технології парирування на операційні процедури;
3. надання кожній операційній процедурі шифру  $a_i$ ;
4. перевірка впорядкованості операційних процедур та побудова структурної таблиці;
5. визначення часу, необхідного для виконання кожної операційної процедури  $a_i$ ;
6. побудова мережевого графіка виконання всього комплексу операційних процедур.

Час, необхідний для виконання кожної операційної процедури, можна визначити за допомогою:

- а) статистичних даних;
- б) експерименту на тренажерах;
- в) експертного опитування.

На основі отриманих даних та побудованого мережевого графіка можна провести розрахунок мережевого графіка за наступним алгоритмом:

1. Розрахунок ранніх термінів закінчення виконання операційної процедури  $t_{рзij}$  . визначається як сума раннього терміну виникнення події  $T_{pi}$  та часу виконання операційної процедури  $t_{ij}$ :

$$t_{рзij} = T_{pi} + t_{ij},$$

$$T_o = 0.$$

2. Розрахунок ранніх термінів початку виконання операційної процедури  $T_{pi}$ :

$$T_{pi} = \begin{cases} t_{рзij} & - \text{якщо, до події підходить одна операційна процедура;} \\ \max\{t_{рзij}\}_{\{i\}} & - \text{якщо, до події підходить декілька операційних процедур.} \end{cases}$$

3. Розрахунок пізніх термінів виникнення операційних процедур  $t_{пзij}$  визначається як різниця між пізнім терміном появи події  $T_{пj}$  та часу виконання операційної процедури  $t_{ij}$ :

$$t_{пзij} = T_{пj} - t_{ij}.$$

4. Розрахунок пізніх термінів появи події  $T_{пj}$ :

$$T_{ij} = \begin{cases} t_{mij} & - \text{якщо, від події відходить одна операційна процедура;} \\ \min_{\{j\}} \{t_{mij}\} & - \text{якщо, від події відходить декілька операційних процедур.} \end{cases}$$

5. *Розрахунок резервного часу події*  $R_i$  визначається як різниця між подією, що є найбільш пізньою  $T_{pi}$ , та найбільш раннім  $T_{ri}$  терміном закінчення події:

$$R_i = T_{pi} - T_{ri}$$

6. *Розрахунок повного резерву операції*  $R_{pij}$ . Повний резерв операційної процедури - максимальний час, на який можна збільшити чи зменшити тривалість операційної процедури (i-j), не змінюючи терміну початку події, що завершується:

$$R_{pij} = T_{pj} - t_{pzij} = T_{pj} - T_{ri} - t_{ij}$$

7. *Розрахунок вільного резерву*  $R_{vij}$ . Розрахунок вільного резерву – максимальний час, на який можна збільшити тривалість операційної процедури (i-j):

$$R_{vij} = T_{ri} - t_{pzij} = T_{pj} - T_{ri} - t_{ij}$$

8. *Визначення критичних  $L_k$  та підкритичних шляхів  $L_{kp}$ .*

*Критичний шлях* – шлях, тривалість якого дорівнює критичному часу виконання операційних процедур людиною-оператором (Л-О) при виникненні ОВП -  $L_k$ .

*Критичний час* – мінімальний час, за який виконується весь алгоритм операційних процедур Л-О при виникненні ОВП -  $T_{kp}$ .

*Підкритичні шляхи* - шляхи, в яких повний резерв часу відрізняється не більш ніж задану величину -  $L_{kp}$ .

Критичним шляхом на мережевому графіку є шлях з найменшим повним резервом. Саме операції, що знаходяться на критичному шляху, дуже важливі і вимагають негайного втручання. Повний резерв часу шляху  $R[L_i]$  шляху  $L_i$  визначається як різниця між довжиною критичного шляху  $t[L_k]$  та довжиною любого повного шляху  $t[L_i]$  дорівнює  $R[L_i] = t[L_k] - t[L_i]$ .

Аналізувати авіаційну подію можна також за спрощеним алгоритмом побудови мережевого графіку [9]:

1. Розробити алгоритм - порядок виконання операційних процедур авіадиспетчером при виникненні ОВП або при ускладненні умов виконання польоту.
2. Розробити блок-схему за алгоритмом виконання операційних процедур авіадиспетчером в ОВП.
3. Визначити час на виконання операційних процедур (метод експертних оцінок, експеримент).
4. Розробити структурно-часову таблицю переліку операційних процедур авіадиспетчером в ОВП.
5. Побудувати мережевий графік виконання операційних процедур авіадиспетчером в ОВП.
6. Визначити критичний час виконання комплексу авіаційних процедур авіадиспетчером в ОВП і основні етапи прийняття рішення з парировання ситуації, що виникла.

За допомогою спрощеного алгоритму, проаналізуємо ОВП «Зіткнення ПС з птахом».

1. Розробка алгоритму - порядку виконання операційних процедур авіадиспетчером, використовуючи нормативні документи, наприклад [10].

Таблиця 1 – Операційні процедури при виникненні ОВП «зіткнення ПС з птахом»

№ з/п	Операційні процедури диспетчера при виникненні особливого випадку в польоті (зіткнення ПС з птахом)
1	Одержати від командира ПС повідомлення про зіткнення з птахом
2	Повідомити екіпажу місцезнаходження, зафіксувати час
3	Сигнал «Лихо»
4	Доповісти керівнику польотів про виникнення особливого випадку на борту ПС
5	Ввести режим радіомовчання
6	Прийняти інформацію від командира ПС, щодо подальших намірів
7	Сформувати зону зливу палива й направити в неї ПС (за необхідності)
8	Передати інформацію про аварійне ПС диспетчерові АДВ (аеродромної диспетчерської вишки)
9	Зробити запит погоди для посадки
10	Одержати доповідь від командира ПС про завершення процедури зливу палива
11	Видати вказівки командирі ПС для заходу на посадку
12	Передати ПС диспетчерові АДВ

2. Побудова блок-схеми алгоритму виконання операційних процедур диспетчером при виникненні ОВП – «зіткнення ПС з птахом» (рис. 1)

3. Визначення часу, необхідного для виконання кожної операційної процедури було проведено за допомогою методу експертного опитування.

4. Побудова структурно-часової таблиці виконання операційних процедур диспетчером при виникненні ОВП «зіткнення ПС з птахом» (табл. 3)

Таблиця 3 – Структурно-часова таблиця виконання операційних процедур диспетчером при виникненні ОВП «зіткнення ПС з птахом»

№ з/п	Робота	Опис роботи	Час виконання роботи, $t_{сер}$ , сек.
1	$a_1$	Одержати від командира ПС повідомлення про зіткнення з птахом	5
2	$a_2$	Повідомити екіпажу місцезнаходження, зафіксувати час	10
3	$a_3$	Сигнал «Лихо»	5
4	$a_4$	Доповісти керівнику польотів про виникнення особливого випадку на борту ПС	10
5	$a_5$	Ввести режим радіомовчання	10
6	$a_6$	Прийняти інформацію від командира ПС, щодо подальших намірів	10
7	$a_7$	Сформувати зону зливу палива й направити в неї ПС (за необхідності)	15
8	$a_8$	Передати інформацію про аварійне ПС диспетчерові АДВ (аеродромної диспетчерської вишки)	5
9	$a_9$	Зробити запит погоди для посадки	10
10	$a_{10}$	Одержати доповідь від командира ПС про завершення процедури зливу палива	5
11	$a_{11}$	Видати вказівки командирі ПС для заходу на посадку	10

12	a <sub>12</sub>	Передати ПС диспетчерові АДВ	5
13	a <sub>13</sub>	Одержати від командира ПС повідомлення про зіткнення з птахом	5
14	a <sub>14</sub>	Повідомити екіпажу місцезнаходження, зафіксувати час	10
		T <sub>кр</sub>	100

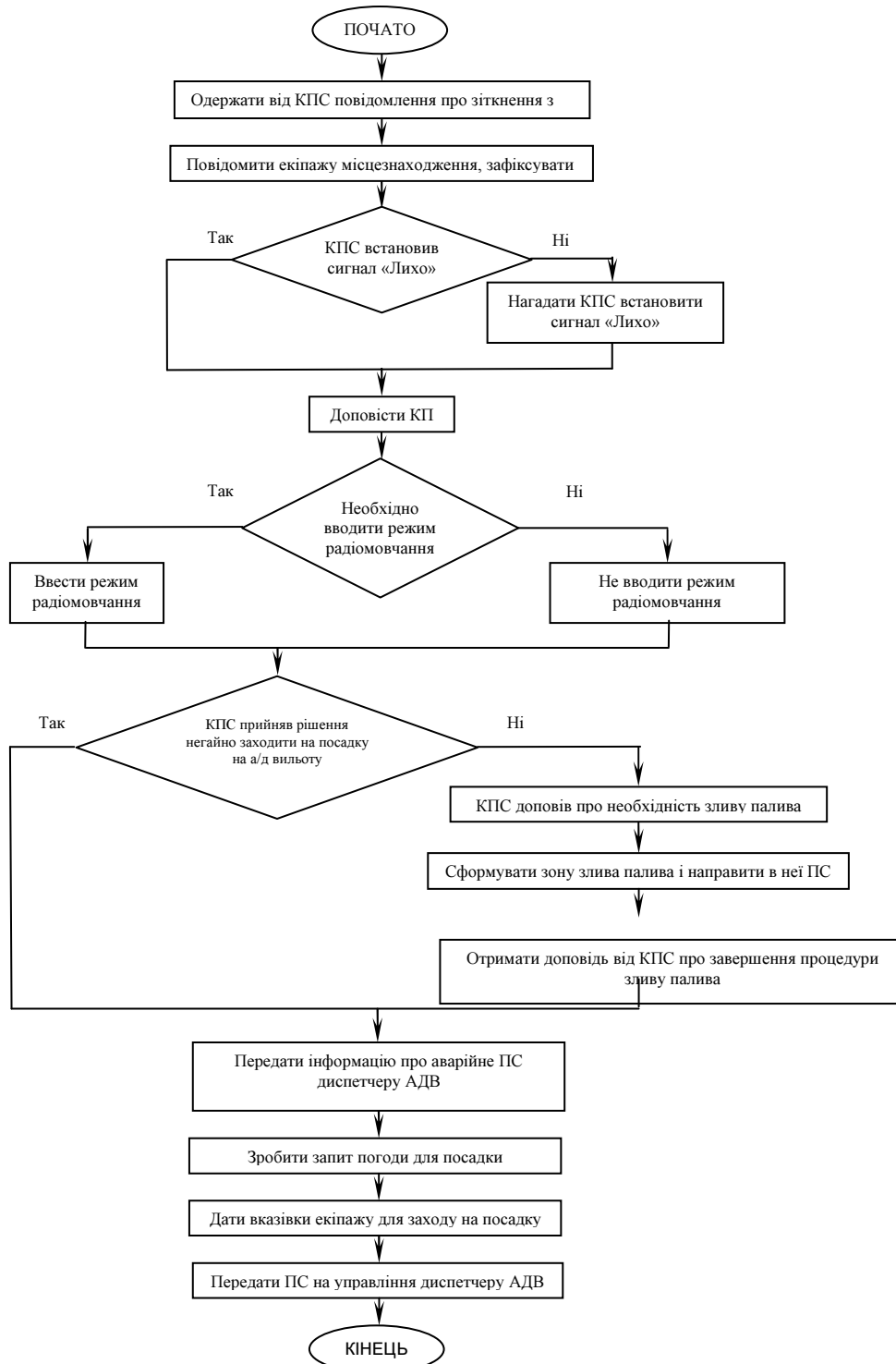


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритму виконання операційних процедур диспетчером при виникненні ОВП – «зіткнення ПС з птахом»

## 5. Побудова мережевого графіку виконання операційних процедур диспетчером, направлених на пабрирування особливого випадку в польоті «зіткнення ПС з птахом»

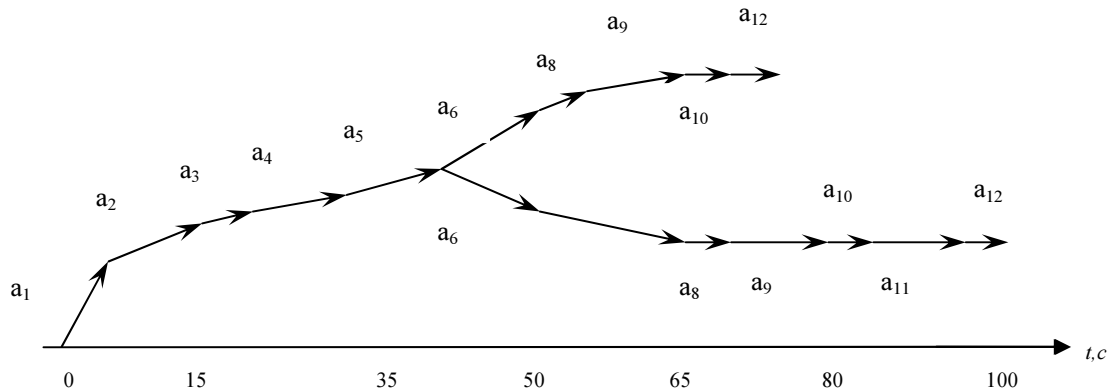


Рисунок 2 – Мережевий графік парирування ОВП «зіткнення ПС з птахом»

В результаті побудови мережевого графіка для ОВП «Зіткнення ПС з птахом» отримали, що критичний час, необхідний для парирування даного особливого випадку в польоті  $T_{кр}$  складає 100с.

**Висновки** Застосування апарату теорії мережевого планування дає можливість якісно та кількісно аналізувати діяльність авіаспеціалістів про виникненні ОВП, зокрема визначати мінімальний та максимальний час, необхідний для парирування особливого випадку в польоті, а також визначати відповідні резерви часу на виконання тієї чи іншої операційної процедури.

## Список літератури

1. Вентцель Е. С. Исследование операций. - М.: «Советское радио», 1972, 552 с.
2. Игнатъева А.В., Максимцов М.М. Исследование систем управления: Учеб. пособие для вузов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 157 с.
3. Сікірда Ю. В. Моделювання системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в позаштатних польотних ситуаціях: Дис. канд. техн. наук: 05.13.06 ; - Захищена 09.06.2004. - К., 2004. – 184 с.: іл.-Бібліогр.:с.83-85.
4. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа вычислительных актов. – М.: Радио и связь, 1989. – 184 с.
5. Соломенцев Ю. М., Митрофанов В. Г., Павлов В. В, Рыбаков А. В. Информационно-вычислительные системы в машиностроении. - М.: Наука, 2003. - 292 с.
6. Беляев Ю.Б., Шмельова Т.Ф., Сікірда Ю.В. Моделі та алгоритми формування рішень в системі підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в позаштатних польотних ситуаціях // Автоматизація виробничих процесів. – 2004. – №2 (19). – С. 42–49.
7. Шмельова Т. Ф. Моделювання процесу прийняття рішень людиною-оператором авіаційної ергатичної системи з урахуванням впливу психофізіологічних та суспільно-психологічних факторів / Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда // Наукові праці академії: зб. наук. пр. – Кіровоград: ДЛАУ, 2007.– Вип. XII. – С. 342-355.
8. Шмельова Т. Ф. Аналіз особливого випадку в польоті за допомогою мережевого графіка / Т.Ф.Шмельова, О.П.Бондар І.Л.Якуніна - Вісник НАУ. - К.: НАУ, 2011. - №2. – С. 50-54.
9. Якуніна І .Л. Мережевий аналіз особливого випадку в польоті / І.Л.Якуніна, Т.Ф.Шмельова, О.П.Бондар – Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / Техніка в с/г виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація / Вип.24, Ч. II - Кіровоград: КНТУ, 2011. - С. 214-218.
10. Положення про організацію роботи об'єктів обслуговування повітряного руху Украероруху; Затверд. 12.03.08

*И.Якунина*

**Алгоритм построения детерминированной модели принятия решений человеком-оператором при парировании особенных случаев в полете**

Приведены алгоритмы получения детерминированной модели – сетевого графика парирования особенного случая в полете авиационным специалистом, и алгоритм расчета сетевого графика. С помощью упрощенного алгоритма проведен анализ деятельности авиадиспетчера при возникновении особенного случая в полете «Столкновения ПС с птицей».

*I.Yakunina*

**Algorithm of construction of the determined model of making decision a man-operator at the parry of the special cases the algorithms of receipt of the determined model are on wing**

Resulted – network chart of parry of the special case on wing by an aviation specialist, and algorithm of calculation of network chart. By the simplified algorithm the analysis of activity of air traffic controller is conducted in case of occurring of the special case on wing «Stolknoveniya PS with a bird».

Одержано 18.04.12

**УДК 621.396**

**О.М. Дреєв, викл.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## **Метод розвантаження телекомунікаційного сервера за рахунок кешування зображень**

Робота містить аналіз проміжного зберігання перепакованих зображень для зменшення трафіку в телекомунікаційній мережі та підвищення оперативності передачі даних. В результаті дослідження виявлені ключові фактори, які впливають на якість роботи системи та розглянуто засоби відшукування їх оптимального значення.

**телекомунікаційна мережа, підвищення оперативності, кешування**

**Вступ.** В наш час телекомунікаційні системи розвилися в складну неструктуровану мережу, в якій відбувається передача інформації за допомогою комутаторів та маршрутизаторів між серверами та клієнтами. Терміном «трафік» позначають кількість переданої інформації, кількість пакетів за одиницю часу. Це характеризує інтенсивність використання сегменту мережі. В залежності від програмного та апаратного забезпечення на ділянці телекомунікаційної мережі є обмеження на трафік, яке називають пропускнуою спроможністю. При інтенсивному використанні мережі, для забезпечення доставки інформації використовують алгоритми перенаправлення потоків інформації по іншим більш довгим маршрутам для розвантаження даного сегменту. Це призводить до пониження оперативності доставки інформації, тому вводять алгоритми сортування трафіку для виділення критичних до часу доставки пакетів, з метою передачі їх в першу чергу по більш швидкому каналу. Менш важливі пакети або передаються перенаправленням по більш повільним шляхам, або ці пакети втрачаються. Аналіз вимог до доставки даних, показав, що необхідно