

УДК 629.735.085

В.Г. Мелкумян, А.А. Семенов

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК РЕЗУЛЬТАТІВ АПРОБАЦІЇ НОРМАТИВНО-КЕРІВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

Розглянуто особливості розробки нормативно-керівної документації цивільної авіації. Наведений один з підходів до експертного оцінювання результатів апробації нормативно-керівної документації з використанням прикладних розділів теорії нечітких множин.

В межах вимог Повітряного кодексу України (розділ 2), чинного від 4 травня 1993 року, проводяться інтенсивні роботи з оновлення нормативної бази галузі. Створюється збір авіаційних правил України (АПУ), який охоплює всі сфери діяльності авіаційно-транспортної системи країни. Розробці розділів АПУ, які регламентують різні аспекти експлуатації радіоелектронних систем (РЕС) обслуговування повітряного руху (ОПР) України, присвячений ряд науково-дослідницьких робіт (НДР), які проводяться фахівцями Київського міжнародного університету цивільної авіації під керівництвом професорів В.С. Новікова і О.В. Соломенцева за участю авторів статті.

При виконанні НДР науково обґрунтовуються концептуальні питання розробки нормативно-керівної документації (НКД) цивільної авіації, які відображають міжнародний досвід у цій галузі, а також особливості функціонування авіаційно-транспортної системи України в умовах забезпечення суверенності над її повітряним простором, перетворення та реформування економічних відносин як в країні, так і в межах встановлених міжнародних зв'язків.

Як показує досвід роботи над створенням НКД цивільної авіації, одним з найскладніших етапів НДР є процес апробації. За її результатами приймається рішення про внесення доповнень та змін до проекту кінцевої редакції документа. Від ступеня довіри редакційної групи до результатів аналізу відгуків, які отримані під час апробації, багато в чому залежить якість, повнота та ступінь адекватності змісту НКД реальним технологічним процесам галузі.

Досвід розробки НКД показує, що певна частина відгуків має суперечливий характер, а деякі зауваження та пропозиції - нечітке та неоднозначне викладення або не відповідають вихідним вимогам до розробки НКД. Це пояснюється рядом суб'єктивних та об'єктивних факторів, таких як багатоплановість та багатозначність розроблюваного документа в ієрархії НКД галузі, кваліфікація та сумлінність виконавця, досвід авторів зауважень та пропозицій в областях, які регламентуються тим чи іншим розділом НКД, суб'єктивним сприйняттям тих її розділів (пунктів), де містяться правила та обмеження службової діяльності керівників і фахівців певного рівня тощо.

Так, приміром, серед відгуків, що отримані при апробації першої редакції проекту НКД «Правила технічної експлуатації радіотехнічних засобів обслуговування повітряного руху України», чотирнадцять розділів яких регламентують всі етапи життєвого циклу РЕС ОПР – від введення в дію до списання, до таких зауважень можна віднести близько 20% отриманих відгуків. Така ж тенденція спостерігалася при апробації ряду документів, розроблених раніше за участю авторів.

Питанням оптимізації процесу прийняття рішення за умови нечіткого опису альтернатив та (або) обмежень приділяється значна увага в теорії нечітких множин. Однак відомі результати, які, приміром, отримані А.Кофманом [2], С.А.Орловським [3] та іншими

вченими, за умов цієї задачі не дозволяють отримати бажаного результату. Найближчими до мети та задачі з цієї області досліджень можна вважати введене С.А. Орловським поняття "нечітке відношення переваги", яке базується на врахуванні впливу припустимості нечітко описаних альтернатив та обмежень

$$x^D = \left\{ x / x \in X, \mu_R(x) = \sup_{y \in X} \mu_R(y) \right\},$$

де $\mu_R(x)$, $\mu_R(y)$ - відповідні ступені припустимості.

В залежності від ступеня припустимості розрізняють ряд градацій переваги, серед них:

нечітке відношення строгої переваги

$$\mu_R^S(x, y) = \{\mu_R(x, y) - \mu_R(y, x)\}, \quad \text{при } \mu_R(x, y) > \mu_R(y, x); \quad (1)$$

нечітке відношення еквівалентності

$$\mu_R^1(x, y) = \min \{\mu_R(x, y), \mu_R(y, x)\}; \quad (2)$$

нечітке відношення неупередженості

$$\mu_R^1(x, y) = \{\mu_R(x, y)\}, \quad \text{при } x \geq y, y \geq x. \quad (3)$$

Якщо під $\mu_R(x, y)$ у нечіткому відношенні xRy розуміють ступінь значущості думки експерта x за розділом НКД y , то недоцільність застосування наведених вище виразів у межах цієї задачі стає явною, оскільки у цьому випадку $\mu_R(x, y)$ не має фізичного сенсу.

Подамо нечітку множину відношення xRy у вигляді матриці значущості думок (відгуків) експертів $x \in X$ за розділами НКД $y \in Y$:

$$R^1 = \begin{array}{c} \begin{array}{c} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{array} \left| \begin{array}{cccc} y_1 & y_2 & \dots & y_m \\ \mu_R(x_1, y_1) & \mu_R(x_1, y_2) & \dots & \mu_R(x_1, y_m) \\ \mu_R(x_2, y_1) & \mu_R(x_2, y_2) & \dots & \mu_R(x_2, y_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_R(x_n, y_1) & \mu_R(x_n, y_2) & \dots & \mu_R(x_n, y_m) \end{array} \right. \end{array}.$$

Введемо правила вибору альтернативних відгуків, які отримані в процесі апробації НКД і засновані на врахуванні ступеня значущості думок авторів зауважень та пропозицій з конкретних розділів (пунктів) проекту документа. Тоді вирази (1) – (3) після відповідного перетворення можна навести у такому вигляді:

нечітке відношення строгої переваги

$$\mu_R(x, y) = \mu_R^S(x, y), \quad \text{при } \mu_R(x, y) > \sup_y \mu_R(x, y); \quad (4)$$

нечітке відношення еквівалентності

$$\mu_R(x, y) = \mu_R^1(x, y), \quad \text{при } \inf_y \min \mu_R(x, y) < \mu_R(x, y) < \sup_y \mu_R(x, y); \quad (5)$$

нечітке відношення неупередженості

$$\mu_R(x, y) = \mu_R^l(x, y), \quad \text{при } \mu_R(x, y) \leq \inf_y \min \mu_R(x, y). \quad (6)$$

Використання отриманих виразів при аналізі результатів апробації проекту розроблюваного НКД багато в чому спрощує процес прийняття рішення про врахування чи відхилення тих чи інших пропозицій (зауважень) при остаточній редакції проекту документа.

Проілюструємо запропонований підхід прийняття рішення таким прикладом.

Нехай за $y = 5$ розділів проекту розроблюваного НКД у процесі апробації, отримані відгуки $x = 10$ фахівців (експертів). Значущість думок експертів за всіма розділами документа подана у вигляді нечіткого відношення xRy . Для прийняття рішення про врахування або відхилення редакційною групою отриманих зауважень та пропозицій в остаточній редакції НКД необхідно по кожному пункту проранжирувати їх за значущістю з використанням матриці xRy :

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
x_1	0,7	0,3	0,4	0,8	0,7
x_2	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6
x_3	0,3	0,8	0,8	0,3	0,3
x_4	0,2	0,1	0,7	0,6	0,2
x_5	0,9	0,8	0,3	0,2	0,4
x_6	0,5	0,7	0,8	0,4	0,5
x_7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5
x_8	0,9	0,9	0,3	0,4	0,7
x_9	0,3	0,2	0,6	0,6	0,6
x_{10}	0,4	0,8	0,4	0,5	0,6

Приймаючи $\sup_y \mu_R(x, y) = 0,5$ та $\inf_y \min \mu_R(x, y) = 0,3$, згідно з умовами (4)–(6)

проранжируємо отримані зауваження та пропозиції за ступенем значущості думок експертів:

$$\begin{aligned} x_{y_1}^S &= \{0,6x_1, 0,6x_2, 0,9x_5, 0,7x_7, 0,9x_8\}; \\ x_{y_2}^S &= \{0,8x_3, 0,8x_5, 0,7x_6, 0,8x_7, 0,9x_8, 0,8x_{10}\}; \\ x_{y_3}^S &= \{0,7x_2, 0,8x_3, 0,7x_4, 0,8x_6, 0,7x_7, 0,6x_9\}; \\ x_{y_4}^S &= \{0,8x_1, 0,7x_2, 0,6x_4, 0,6x_7, 0,6x_9\}; \\ x_{y_5}^S &= \{0,7x_1, 0,6x_2, 0,7x_8, 0,6x_9, 0,6x_{10}\}; \\ x_{y_1}^I &= \{0,5x_6, 0,4x_{10}\}; \\ x_{y_2}^I &= \{0,5x_2\}; \\ x_{y_3}^I &= \{0,4x_1, 0,5x_{10}\}; \\ x_{y_4}^I &= \{0,4x_6, 0,4x_8, 0,5x_{10}\}; \\ x_{y_5}^I &= \{0,4x_5, 0,5x_6, 0,5x_7\}; \end{aligned}$$

$$x_{y1}^1 = \{0,3x_3, 0,2x_4, 0,3x_9\};$$

$$x_{y2}^1 = \{0,3x_1, 0,1x_4, 0,2x_9\};$$

$$x_{y3}^1 = \{0,3x_5, 0,3x_8\};$$

$$x_{y4}^1 = \{0,3x_1, 0,2x_4\};$$

$$x_{y5}^1 = \{0,3x_3, 0,2x_4\}.$$

Тоді розшукувані нечіткі відношення отриманих у процесі апробації НКД зауважень та пропозицій можна представити у вигляді:

нечіткого відношення строгої переваги

$$R^S = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \\ x_{10} \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0,7 \\ 0 & 0,7 & 0,7 & 0,7 & 0,6 \\ 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0 \\ 0 & 0,7 & 0,7 & 0,7 & 0 \\ 0,8 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,7 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0 \\ 0,8 & 0,7 & 0,7 & 0,7 & 0 \\ 0,9 & 0 & 0 & 0 & 0,7 \\ 0 & 0,6 & 0,6 & 0,6 & 0,6 \\ 0,8 & 0 & 0 & 0 & 0,6 \end{vmatrix} \end{matrix} ;$$

нечіткого відношення еквівалентності

$$R^1 = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \\ x_{10} \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0,4 & 0 & 0 \\ 0 & 0,5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,4 \\ 0,5 & 0 & 0 & 0,4 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0 & 0,4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,4 & 0 & 0,5 & 0,5 & 0 \end{vmatrix} \end{matrix} ;$$

нечіткого відношення неупередженості

$$R^1 = \begin{array}{c|ccccc} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ \hline x_1 & 0 & 0,3 & 0 & 0,3 & 0 \\ x_2 & 0 & 0,1 & 0 & 0 & 0 \\ x_3 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0,3 \\ x_4 & 0,2 & 0 & 0 & 0 & 0,2 \\ x_5 & 0 & 0 & 0,3 & 0,2 & 0 \\ x_6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x_7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x_8 & 0 & 0 & 0,3 & 0 & 0 \\ x_9 & 0,3 & 0,2 & 0 & 0 & 0 \\ x_{10} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

Таким чином, редакційна група при врахуванні чи відхиленні отриманих у процесі апробації НКД зауважень та пропозицій може приймати рішення, використовуючи наведені у відповідних нечітких відношеннях думки експертів.

Список літератури

1. *Нечеткие множества и теория возможностей* / Под ред. Р.Я. Ягера. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
2. *Котман А.* Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
3. *Орловский С.А.* Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.: Наука, 1981. – 208 с.

Стаття надійшла до редакції 10 травня 1999 року.

Вальтер Гайкович Мелкумян (1938) закінчив Київський інститут цивільного повітряного флоту в 1961 році. Кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації і ремонту засобів радіотехнічного забезпечення польотів і керування повітряним рухом Київського міжнародного університету цивільної авіації. Опублікував 95 наукових праць, наукові інтереси пов'язані з проблемами експлуатації засобів навігації та керування повітряним рухом.

Walter H. Melkumian (b.1938) graduated from Kyiv Institute of Civil Aviation Engineers (1961). PhD (Eng), ass. professor of the Department of Maintenance and Repair Means for Radiotechnical Security of Flight and Traffic Air Control of Kyiv International University of Civil Aviation. Author of 95 publications in the problems of navigation and air traffic control.

Александр Александрович Семенов (1944) закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації в 1968 році, кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації і ремонту засобів технічного забезпечення польотів і керування повітряним рухом Київського міжнародного університету цивільної авіації. Опублікував 71 наукову працю, наукові інтереси пов'язані з проблемами експлуатації засобів радарного спостереження та керування повітряним рухом.

Alexander A. Semenov (b.1944) graduated from Kyiv Institute of Civil Aviation Engineers (1968). PhD (Eng), ass. professor of the Department of Maintenance and Repair Means for Radiotechnical Security of Flight and Traffic Air Control of Kyiv International University of Civil Aviation. Author of 71 publications in the problems of radar surveillance and air traffic control.