

ББК 05 п 3 6 641,0 + Ю 841.39 - 353 6 641,0

УДК 656.7.08.614.8

А.М. Невиніцин

НЕЧІТКІ ВИМІРИ СТУПЕНЯ РУЙНУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ НАВИЧОК АВІАДИСПЕТЧЕРІВ ПРИ ПЕРЕРВАХ У ПІДГОТОВЦІ ДО ДІЙ В ОСОБЛИВИХ ВИПАДКАХ ПОЛЬОТУ

Розглянуто питання руйнування професійних навичок диспетчерів обслуговування повітряного руху при перервах у підготовці до дій в особливих випадках польоту. З урахуванням експертних оцінок проведено дослідження із застосуванням апарата нечітких множин та лінгвістичних змінних. Побудовані функції належності лінгвістичної змінної "рівень професійної підготовки", що дало можливість визначити оптимальні та гранично допустимі перерви у підготовці диспетчерів до дій в особливих випадках польоту.

Невід'ємною частиною заходу щодо забезпечення безпеки польотів при керуванні повітряним рухом (КПР) є підготовка диспетчерів до дій в особливих випадках польоту. на теперішній час періодичність відповідних тренувань у тренажерному центрі (ТЦ) УПР не має наукового обґрунтування. Ситуація ускладнюється зниженням інтенсивності польотів, що не дозволяє проводити підготовку на робочих місцях.

Для визначення оптимальних та гранично допустимих перерв у підготовці диспетчерів обслуговування повітряним рухом (ОПР) до дій в особливих випадках польоту були проведені дослідження із застосуванням апарата нечітких множин та лінгвістичних змінних. Функцію належності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ розглянуто як ймовірність того, що елемент, який належить універсальній множині $x \in U$ буде віднесено до нечіткої підмножини \tilde{A} [1]. У випадку, коли \tilde{A} – деяке поняття природної мови, функція належності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ є неймовірність того, що людина використовує поняття \tilde{A} як назву об'єкта x .

Експеримент складався з опитування осіб диспетчерського складу служби руху України, які навчаються на курсах в Центрі підвищення кваліфікації і перепідготовки кадрів у системі УПР в інституті аеронавігації ДЛАУ. Респондентам пропонувалося оцінити РПП і $P_{\text{пом.}}$ (у відсотках) диспетчера ОПР при перервах у підготовці до дій в одинадцятьох особливих випадках польоту.

За умовами експерименту тривалість перерв у підготовці до дій в особливих випадках польоту складала від двох до 50 тижнів (з інтервалом в два тижня).

В експерименті брало участь 215 авіадиспетчерів, з них 100 чоловік першого класу, 51 чоловік другого класу і 64 чоловіка третього класу.

До визначення оптимальних і гранично допустимих перерв в підготовці диспетчерів ОПР до дій в особливих випадках польоту був використаний метод побудови функцій належності лінгвістичної зміни "рівень професійної підготовки" (РПП) [2]. Цей метод заснований на обробці статистичних даних. Як ступінь належності елемента множині прийнято оцінку частоти використання поняття, що задається нечіткою множиною, для характеристики елемента.

Функція належності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ставить у відповідність кожному елементу $u \in U$ число з інтервалу $[0,1]$, яке характеризує ступінь належності елемента u множині \tilde{A} . Експерт, який

оцінює РПП, не використовує конкретні числа, а переводить їх в свої поняття – значення лінгвістичної змінної.

Визначена терм-множина лінгвістичної змінної РПП, розмірність якої відповідає семибальній ранговій шкалі (див. табл. 1).

Таблиця 1

Терм-множина лінгвістичної змінної "рівень професійної підготовки"

Лінгвістична оцінка РПП	Рангова відповідність
Дуже високий	7
Високий	6
Вище середнього	5
Середній	4
Нижче середнього	3
Низький	2
Дуже низький	1

На універсальній шкалі $[0,1]$ необхідно розмістити значення лінгвістичної змінної. Тоді ступінь належності деякого значення обчислюється як відношення числа експериментів, в яких воно зустрічалось у визначеному інтервалі шкали, до максимального для цього значення числа експериментів на всіх інтервалах, причому кожний інтервал містить однакове число експериментів.

У відповідності з рекомендаціями [2, 3], побудова функції належності лінгвістичної змінної "РПП" здійснювалась шляхом знаходження максимальних значень елементів за строками вихідної таблиці результатів експертного опитування:

$$c_{i \max} = \max_j c_{ij}, \quad i = \overline{1,7}, \quad j = \overline{1,25},$$

де i – кількість рядків таблиці (рівна кількості рангів лінгвістичної шкали); j – кількість граф таблиці (рівна кількості інтервалів часової осі).

Тоді функція належності обчислюється за формулою:

$$\mu_{ij} = \frac{c_{ij}}{c_{i \max}}.$$

Сформульовані вимоги до РПП дозволили провести аналіз функції належності лінгвістичної змінної "РПП" для кожного класу диспетчера. На рис. 1–3 показано процес руйнування професійних навичок диспетчерів у залежності від перерв у підготовці до дій в особливих випадках польоту.

На рис. 1–3 для термів "7", "6" і "5" показані їх максимальні і мінімальні значення, виходячи з усіх 11 особливих випадків польоту. Це зроблено для того, щоб визначити межі перерв (оптимальних і гранично допустимих) в підготовці до дій в особливих випадках польоту для кожного класу диспетчерів ОПР.

Оптимальними (бажаними) вважають перерви, які відповідають перетину рангів "7" та "6". Тоді в залежності від виду особливого випадку оптимальні перерви складають для диспетчерів:

- першого класу – від 13 до 17 тижнів;
- другого класу – від 11 до 15 тижнів;
- третього класу – від 11 до 13 тижнів.

В цьому випадку рівень підготовки буде не нижче "високого" (ранг "6" якісної шкали оцінок).

Гранично допустимими вважають перерви, які відповідають точці перетину рангів "6" та "5", тобто для диспетчерів:

- першого класу – від 31 до 37 тижнів;
- другого класу – від 23 до 31 тижня;
- третього класу – від 22 до 26 тижнів, після чого РПШ значно знижується та займає проміжне значення між рангами "5" та "6".

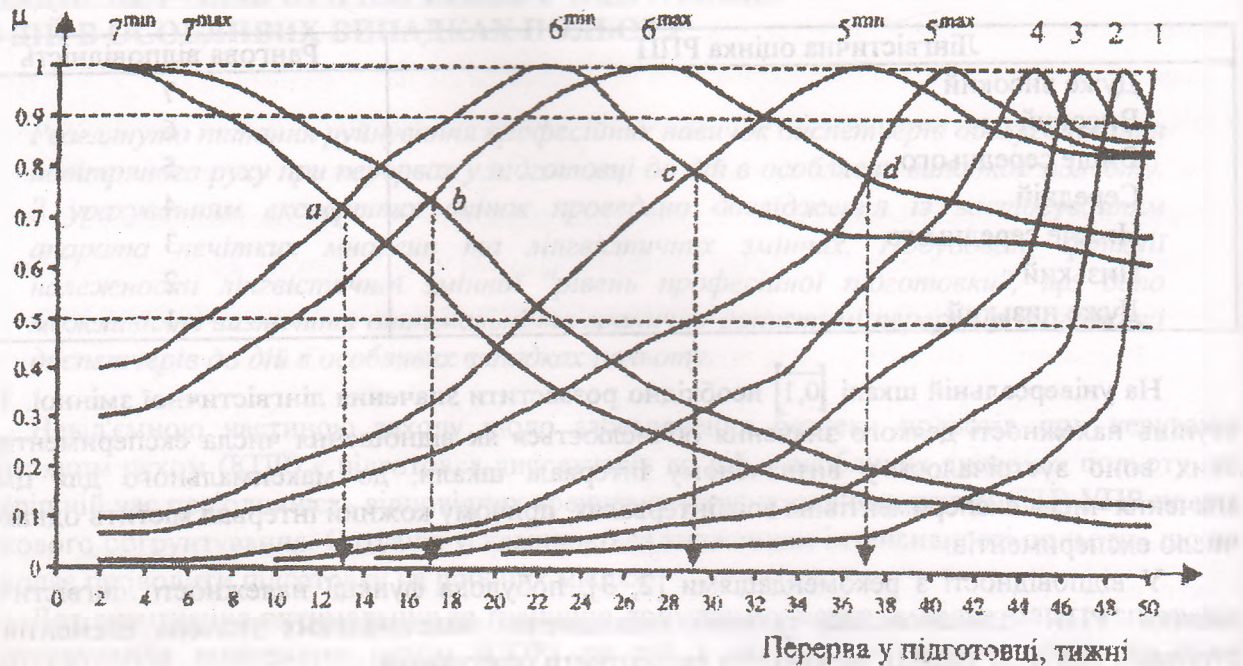


Рис. 1. Функції належності лінгвістичної змінної "рівень професійної підготовки" при перервах у підготовці до дій в особливих випадках польоту диспетчерів першого класу

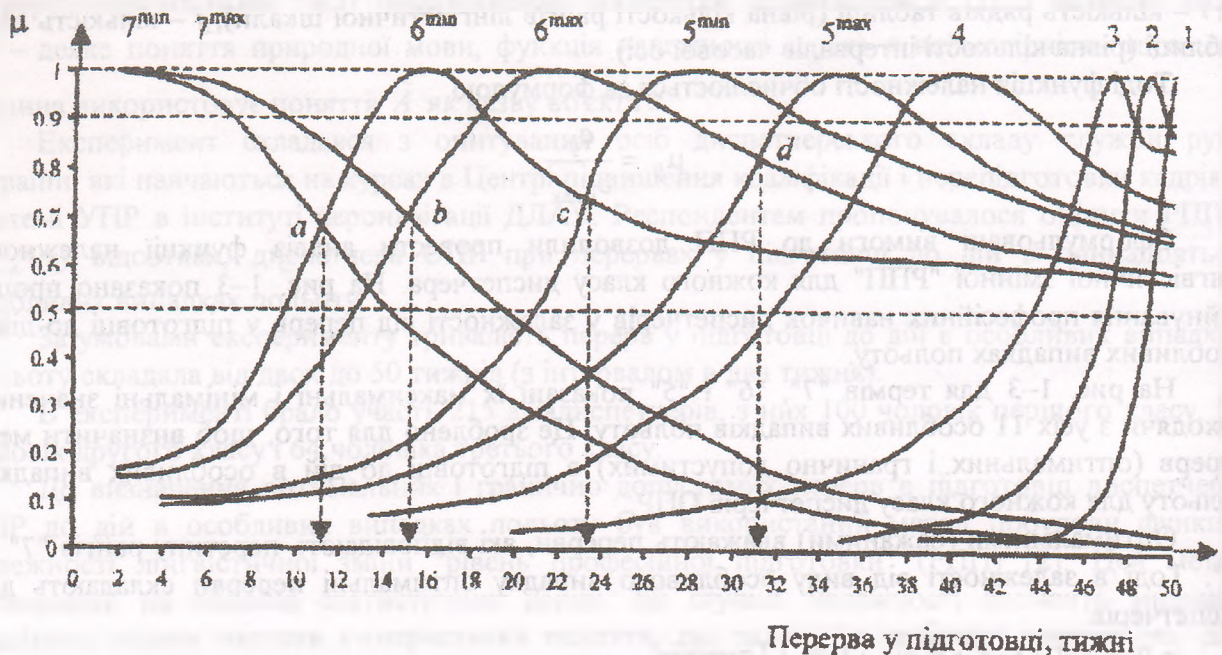


Рис. 2. Функції належності лінгвістичної змінної "рівень професійної підготовки" при перервах у підготовці до дій в особливих випадках польоту диспетчерів другого класу

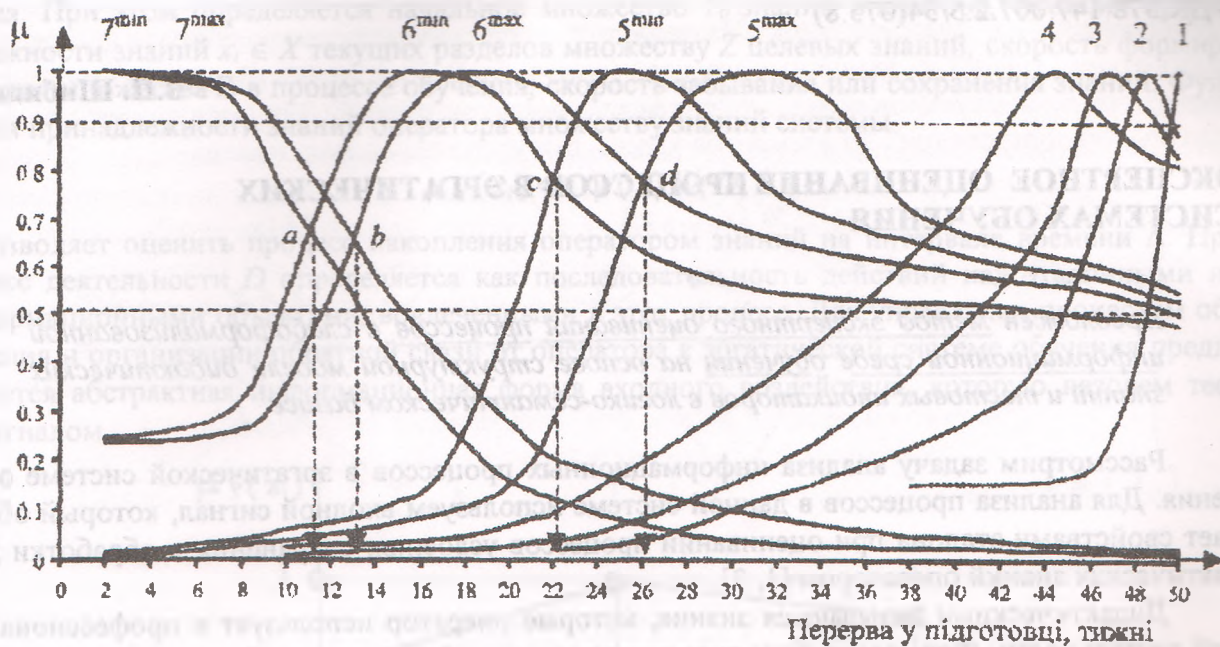


Рис. 3. Функції належності лінгвістичної змінної "рівень професійної підготовки" при перервах у підготовці до дій в особливих випадках польоту диспетчерів третього класу

Умовою можливості використання точок перетину функцій належності різних термів є вимога: $\mu > 0,5$. В табл. 2 наведені значення μ для точок перетину a , b , c і d , які показані на рис. 1–3.

Таблиця 2

Значення точок перетину різних термів РПП диспетчерів першого, другого і третього класів

Клас	μ_a	μ_b	μ_c	μ_d
1	0,72	0,73	0,80	0,79
2	0,68	0,70	0,75	0,82
3	0,68	0,67	0,78	0,78

Очевидно, що вимога $\mu > 0,5$ виконується і, таким чином, точки перетину термів "7" та "6", а також "6" та "5" можуть розглядатися як прогнози для визначення оптимальних та гранично допустимих перерв у підготовці диспетчерів першого, другого та третього класів в особливих випадках польоту.

Список літератури

1. Борисов А.Н., Осис Я.Я. Методика оценки функций принадлежности элементов размытого множества // Кибернетика и диагностика. – Вып. 4. – Рига: Зинатне, 1970. – С. 125–134.
2. Борисов А.Н., Крумберг А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей: примеры использования. – Рига: Зинатне, 1990. – 194 с.
3. Рева О.М., Невиницин А.М. Людський фактор: особливості динаміки професійних навичок авіадиспетчерів під час перерв у підготовці до дій в особливих випадках // Проблеми аеронавігації: Тематич. зб. наук. праць. – Кіровоград: ДІАУ, 1997. – С. 13–16.

Стаття надійшла до редакції 3 квітня 2000 року.