

УДК 656.7.052

Ю.В. Зайцев

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВІАЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ
ОРГАНІВ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ З ЕКІПАЖАМИ ПОВІТРЯНИХ
КОРАБЛІВ**

Національний авіаційний університет, м. Київ

Актуальною задачею в галузі обслуговування повітряного руху є оптимізація фахової мовної підготовки диспетчерів. Задача дослідження, – комплексне визначення індивідуальних психолінгвістичних фахових можливостей диспетчерів для виявлення професійної придатності при використанні експертної оцінки з класифікацією часової затримки при мовній взаємодії у контурі «диспетчер-пілот»

Вступ. При дослідженні використаний удосконалений спосіб визначення рівня психолінгвістичних особливостей людини з урахуванням її індивідуально-типологічних особливостей шляхом розширення варіантів оцінок властивостей за рахунок проведення додаткової оцінки за двома мовами що дає можливість підвищити надійність способу і визначити наскільки обстежуваний придатний працювати авіадиспетчером на міжнародних авіалініях і в екстремальних ситуаціях.

Аналіз досліджень і публікацій. Комплексне обслуговування повітряного руху, є однією з важливіших ланок в авіаційно-транспортній системі. Невід'ємною умовою, забезпечення високого рівня транспортних перевозок є досконале володіння офіційною мовою ІКАО, що в свою чергу, забезпечує адекватне функціонування авіаційного зв'язку органів ОНР з екіпажами повітряних суден та з суміжними органами обслуговування повітряного руху. Питанням дослідження щодо мовної складової при веденні радіообміну між органами обслуговування повітряного руху (авіадиспетчерами) та екіпажами повітряних кораблів англійською мовою приділяється велика увага [1, 2, 3].

Постановка питання. Актуальною задачею в галузі обслуговування повітряного руху є оптимізація порядку обслуговування повітряного руху, тобто технології роботи диспетчера кожного пункту ОНР, визначення послідовності, яка характеризує реакцію диспетчера на виникнення ситуацій (подій) повітряної обстановки які полягають в переробці інформації з метою вироблення рішень стосовно ОНР.

Розв'язання проблеми. Узагальнена технологія роботи авіадиспетчерів дозволяє характеризувати систему ОНР як систему масового обслуговування, в якій «робочим приладом» є диспетчер, а вимогами на вході цієї системи є ситуація (випадок) ПО. Диспетчер обробляє події ПО, тобто вирішує типові задачі. В процесі польоту будь-якого ПК в межах певного сектору диспетчер повинен здійснювати безперервний контроль за його рухом, забезпечуючи безпеку і виконання плану польоту. На протязі інтервалу знаходження ПК під керуванням виникають ситуації ПО, на які відповідно до технології роботи даного пункту ОНР диспетчер повинен відреагувати. Найчастіше ця реакція полягає в отриманні інформації від екіпажу та передачі команд управління в процесі ведення сеансів радіообміну. Ініціатором процесу радіообміну в залежності від ситуації може бути екіпаж або сам диспетчер.

З метою визначення готовності диспетчерів ОНР до застосування фразеології радіообміну у професійній діяльності англійською мовою, було проведено експеримент щодо порівняння швидкості реакції, при безпосередньому УНР, студентів-авіадиспетчерів зі швидкістю реакції діючих диспетчерів ОНР. Це дозволило визначати не абстрактний рівень володіння англійською мовою на певному рівні, а реальну готовність до застосування мовних навичок в умовах підвищеної інтенсивності повітряного руху, особливих випадках у польоті тощо.

Середні значення отриманих результатів дозволяють з'ясувати допустиму величину відхилення швидкості реакції студента-авіадиспетчера, яка може вказувати на рівень готовності до безпосереднього ОНР із застосуванням англійської мови при веденні радіообміну.

Знаходження довірчого інтервалу для середньої довжини сеансів. Розглянемо експеримент для диспетчерів із діючим свідцтвом. Маємо вибірку для середньої довжини сеансів з прилітаючими ПК: x_1, \dots, x_n . Нехай $x_* = \min_i x_i$, $x^* = \max_i x_i$. Робимо відсів

аномальних спостережень за наступною методикою:

$$а) \text{ Вилучаємо спостереження } x_j = x_* \text{ та рахуємо } \bar{x}_{-j} = \frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j} x_i, \sigma_{-j}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j} (x_i - \bar{x}_{-j})^2.$$

$$\text{Утворюємо інтервал } I_{-j} = [\bar{x}_{-j} - 3\sigma_{-j}, \bar{x}_{-j} + 3\sigma_{-j}]. \quad (1)$$

б) Якщо $x_* \notin I_{-j}$, то вважаємо спостереження x_* аномальним та відкидаємо його.

в) Робимо аналогічну процедуру для найменшого значення x_i з тих, що залишилися.

г) Робимо це доти, доки найменші значення вже не можна відсіяти. Але кількість відсіятих значень не повинна перевищувати $n/5$.

д) Далі переходимо до найбільших значень з тих x_i , що залишилися, та робимо аналогічний відсів. На виході отримуємо проріджену вибірку $x_{j(1)}, \dots, x_{j(k)}$, (2)

Таку, що з неї не можна відсіяти а ні найменшого, а ні найбільшого значення. При цьому повинна виконуватись умова $k \geq \frac{4}{5}n$, тобто дозволяємо відсіяти не більше від 5-ї частини всіх спостережень.

$$е) \text{ За вибіркою (2) обраховуємо } \bar{x}_f = \frac{1}{k} \sum_{p=1}^k x_{j(p)}, \sigma_f^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{p=1}^k (x_{j(p)} - \bar{x}_f)^2. \quad (3)$$

$$\text{та утворюємо інтервал } I_f = [\bar{x}_f - 3\sigma_f, \bar{x}_f + 3\sigma_f]. \quad (4)$$

Якщо при дослідженні студентів для середньої довжини x сеансів із прилітаючими ПК виконується $x \in I_f$, то це допустимо, а якщо $x \notin I_f$ то це свідчить про погану підготовку. Те саме стосується сеансів з відлітаючими ПК. Нехай K_{\max}^n - найбільша кількість сеансів з прилітаючими ПК для диспетчерів з діючим свідоцтвом; аналогічно K_{\max}^e - для відлітаючих ПК.

Маємо також побудовані інтервали (4) для X^n середньої довжини сеансів з прилітаючими ПК, а також для X^e - середньої довжини сеансів з відлітаючими ПК. Нехай I_f^n, I_f^e - це два задані інтервали. Тоді при виконанні наступних співвідношень для студентів будемо вважати, що вони готові працювати диспетчерами: $K_{cm}^n \leq K_{\max}^n, K_{cm}^e \leq K_{\max}^e, X_{cm}^n \in I_f^n, X_{cm}^e \in I_f^e$.

Індекс «ст» вказує на те, що відповідні дані отримано від певного студента. Звичайно, при цьому кількість зауважень для даного студента не повинна бути, скажімо, вдвічі більшою, ніж середнє значення кількості зауважень для дипломованих диспетчерів.

Функціонал якості при дослідженні швидкості реакції диспетчерів. Величина K^n та X^n є випадковими величинами при деякому дослідженні диспетчерів. Критеріями якості експерименту є дисперсії $D X^n$ та $D K^n$: чим вони менші, тим кращий експеримент. У нашому розпорядженні є їх оцінки σ_f^2, \bar{X}_f вираз (3) та емпіричні статистики $\sigma_n^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (K_i^n - \bar{K}^n)^2, \bar{K}^n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i^n$.

Аналогічно критеріями якості є $D X^e$ та $D K^e$ і їх відповідні оцінки.

Необхідно згорнути ці операції в один критерій. Лема 1. Нехай $\xi\zeta$ - незалежні випадкові величини із скінченими дисперсіями. Тоді $D(\xi\zeta) = D\xi \cdot (E\zeta)^2 + D\zeta \cdot (E\xi)^2 + D\xi \cdot D\zeta$ (5)

Доведення $D(\xi\zeta) = E(\xi\zeta)^2 - (E\xi\zeta)^2 = E\xi^2 \cdot E\zeta^2 - (E\xi)^2 (E\zeta)^2 = (D\xi + (E\xi)^2) (D\zeta + (E\zeta)^2) - (E\xi)^2 (E\zeta)^2 = D\xi \cdot D\zeta + D\xi \cdot (E\zeta)^2 + (E\xi)^2 D\zeta$, що і треба було довести. Тут і надалі символ «E» означає математичне сподівання; ми скористались відомою рівністю $E\xi^2 = (D\xi + (E\xi)^2)$. Далі, загальна тривалість сеансів з прилітаючими ПК дорівнює $K^n X^n$. Прийемо зараз, що випадкові величини K^n, X^n є незалежними. Тоді за лемою 1

$$D(K^n X^n) = D K^n \cdot (E X^n)^2 + D X^n \cdot (E K^n)^2 + D K^n \cdot D X^n. \quad (6)$$

$$\text{Оцінкою величини (6) є така величина: } \sigma_{K^n}^2 \cdot (\bar{X}_f)^2 + \sigma_{f, X^n}^2 \cdot (K^n)^2 + \sigma_{K^n}^2 \cdot \sigma_{f, X^n}^2 =: KP^n \quad (7)$$

Аналогічно знаходиться KP^e для сеансів з відлітаючими ПК.

Нас цікавить загальна тривалість усіх сеансів. Вона дорівнює $K^II X^II + K^e X^e$. Вважаємо, що усі чотири величини K^II , X^II , K^e , X^e взаємно незалежні. Тоді доданки $K^II X^II$ та $K^e X^e$ також будуть стохастично незалежні, звідки $D(K^II X^II + K^e X^e) = D(K^II X^II) + D(K^e X^e)$.

$$\text{Оцінкою цієї дисперсії є величина } KP^{II} + KP^e, \quad (8)$$

яку і можна прийняти за функціонал якості експерименту: чим менша ця величина, тим менший розкил для загальної тривалості усіх сеансів у диспетчерів.

Планування експерименту можна описати так: проведемо декілька експериментів – з різними планами польотів, які наближені до реальності. Найкращим буде той план, де функціонал якості (8) найменший. Саме для такого плану варто досліджувати студентів.

1. Розбиття студентів на абсолютно придатних, умовно придатних та непридатних.

Якщо при обстеженні швидкості реакції студента виконується $X_{cm} \in I_f$, то робимо висновок, що студент непридатний. Розіб'ємо тепер інтервал I_f на дві частини:

$$I_f = [\bar{X}_f - 2\sigma_f, \bar{X}_f + 2\sigma_f] \cup I'_f \quad I'_f = [\bar{X}_f - 3\sigma_f, \bar{X}_f - 2\sigma_f) \cup (\bar{X}_f + 2\sigma_f, \bar{X}_f + 3\sigma_f]. \quad (9)$$

Якщо $X_{cm} \in [\bar{X}_f - 2\sigma_f, \bar{X}_f + 2\sigma_f]$, то студент є абсолютно придатним за цим параметром; якщо ж $X_{cm} \in I'_f$, то він умовно придатний.

Розбиття інтервалу (9) відповідає різному вибору квантилей нормального закону: інтервал (4) відповідає довірчій імовірності 99%, в той час як інтервал $[\bar{X}_f - 2\sigma_f, \bar{X}_f + 2\sigma_f]$ відповідає довірчій імовірності 60%. Це можна тлумачити так: серед тих хто придатний за даним параметром X , приблизно 60% є абсолютно придатні, а решта – умовно придатні.

За кількістю сеансів K ми теж маємо довірчий інтервал $I_k = [\bar{K} - 3\sigma_k, \bar{K} + 3\sigma_k]$.

Якщо для студента $K_{cm} > \bar{K} + 3\sigma_k$, то можна вважати його непридатним.

Якщо $K_{cm} \leq \bar{K} + 2\sigma_k$, то він абсолютно придатний; якщо ж $\bar{K} + 2\sigma_k < K_{cm} \leq \bar{K} + 3\sigma_k$, то умовно.

Із статистичної точки зору, це краще, ніж порівнювати K_{cm} з K_{max} .

Студент непридатний, якщо порушується хоча б одна з умов: $K_{cm}^II \leq \bar{K}^II + 3\sigma_K^II$, $K_{cm}^e \leq \bar{K}^e + 3\sigma_K^e$,

$$X_{cm}^II \in I_f^II, \quad X_{cm}^e \in I_f^e. \quad (10)$$

Якщо всі ці умови виконані, то (при задовільній кількості зауважень) він або абсолютно, або умовно придатний. Він абсолютно придатний, якщо $K_{cm}^II \leq \bar{K}^II + 2\sigma_K^II$, $K_{cm}^e \leq \bar{K}^e + 2\sigma_K^e$,

$$X_{cm}^II \in (I_f^II)', \quad X_{cm}^e \in (I_f^e)'. \quad (11)$$

Якщо ж усі умови (10) виконані, а хоча б одна з умов (11) порушується, то студент умовно придатний – за умови прийнятної кількості зауважень.

Висновки. Результати дозволяють з'ясувати допустиму величину відхилення швидкості реакції студента – авіадиспетчера в порівнянні з еталонною величиною реакції інструктора-диспетчера, яка є індикатором рівня готовності до безпосереднього ОНР із застосуванням англійської мови при веденні радіообміну. Інформація може бути використана при створенні форм фразеології радіообміну процедур обслуговування повітряного руху, використання органами ОНР та екіпажами іншого обладнання та технологій, а також при розробці нових методів формування та корекції рівня мовної компетенції.

Список літературних джерел

1. Городецкий Б.Ю., Раскин В.В. Методы семантического исследования ограниченного подъязыка. - М.: Изд-во Московск. Ун-та, 1971. - 64-208, 268-412с.
2. Марчук Ю.Н. Основы терминографии. - М.: МГУ, 1992. - 10с.
3. Митрофанова О.А., Мухин А.С., Паничева П.В. Автоматическая классификация лексики в русскоязычных текстах на основе латентного семантического анализа // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Труды международной конференции «Диалог-2007». М.: 2007. С. 413-421.
4. WSD – Word Sense Disambiguation: Algorithms and Applications / Eds. E. Agirre, Ph. Edmonds. Springer: 2006.