

Оцінювання відповідності інформаційної моделі диспетчерського тренажера реальної системи

Для оцінювання адекватності диспетчерського тренажера реальної системи пропонуються до застосування методи експертних оцінок та методи нечіткої логіки, які дозволять отримувати достовірні результати при відсутності точних початкових даних та враховувати невизначеність інформації.

Світова цивільна авіація, в якій задіяно десятки мільйонів працівників, відіграє значну позитивну роль у глобальній економіці. Спостерігається значне збільшення обсягу світових авіаційних перевезень, подвоюється кожні 15 років [1]. З врахуванням прогностичних значень, світовій авіатранспортній системі у найближчі роки знадобляться тисячі високоосвічених фахівців: пілотів, технічного персоналу, диспетчерів управління повітряним рухом (УПР) [2].

Тренажерна підготовка авіаційних операторів, зокрема пілотів та диспетчерів УПР, є надзвичайно важливою складовою надбання ними певного спектру професійних компетенцій [3]. На етапі тренажерної підготовки, яка присутня практично на кожному етапі професійного навчання (прим. на прикладі підготовки диспетчерів УПР), здійснюється трансформація отриманих слухачем теоретичних знань у потрібні уміння та навички. За рахунок ефективного застосування тренажерних засобів виникає можливість:

- забезпечити етапність «від простого до складного» формування професійних компетенцій у безпечному (імітованому робочому середовищі), особливо при відпрацюванні непередбачуваних та аварійних умов польоту;
- сформувати навички прийняття рішень в умовах невизначеності та дефіциту часу – розвиток професійної впевненості;
- навчати ефективної командної взаємодії та координації діяльності при роботі в команді;
- проводити широкий спектр експериментальних досліджень: моделювання елементів структури повітряного простору, визначення пропускнуєї спроможності, відпрацювання нових процедур організації та ОПР.

Високотехнологічне моделювання реального професійного середовища є значно вигіднішим з навчальних та економічних складових, ніж використання реальної системи ОПР, з врахуванням факторів ризику при помилкових діях «учня». Відповідність тренажера робочому середовищу, в якому працюють диспетчери УПР, для виконання практичних навчальних завдань є основоположним поняттям у розвитку необхідних професійних компетенцій. На рис. 1 показано блок-схему інформаційної моделі робочого місця диспетчера УПР диспетчерського тренажера (ІМДТ), якій притаманні всі функції, що виконуються реальною системою ОПР (прим. так званий найпростіший контур системи ОПР).



Рис. 1. Інформаційна модель робочого місця диспетчера УПР (ІМДТ)

Метою досліджень є визначення критеріїв відповідності інформаційної моделі диспетчерського тренажера реальної системи; розроблення експертної системи кількісного оцінювання критеріїв відповідності інформаційної моделі диспетчерського тренажера реальної системи.

Інформаційна модель відтворення функцій реальної системи ОПР є важливою складовою диспетчерського тренажера. Диспетчер УПР на основі наявної інформації формує та приймає рішення, які забезпечують безпеку, впорядкованість та ефективність польотів. Якщо інформаційна модель, яка реалізована на тренажері УПР, не відображає необхідної реалістичності, необхідної для набуття відповідних знань, умінь і навичок, згідно з цілями навчання, то вона не дає можливості сприймати необхідну інформацію і формувати адекватні управлінські дії. Інформаційні потоки в реальній системі ОПР та диспетчерському тренажері (рис. 2) мають вигляд:

Де, $\vec{X} = (x_1, \dots, x_n)$ – багатовимірний вектор, що характеризує реальну систему обслуговування повітряного руху (динамічне повітряне середовище, роботу засобів зв'язку, навігації, спостереження, процеси ОПР, процедури координації та взаємодії тощо);

– $\vec{Y} = (y_1, \dots, y_n)$ – багатовимірний вектор, що характеризує диспетчерський тренажер, з точки зору відображення роботи реальної системи ОПР, з певним рівнем реалістичності;

– $\vec{U} = (u_1, \dots, u_n)$ – багатовимірний вектор, що характеризує "перешкоди", тобто ті фактори впливу, які не дозволяють повною мірою відтворити на диспетчерському тренажері ті процеси, що відбуваються в реальній системі ОПР при обслуговуванні повітряного руху;

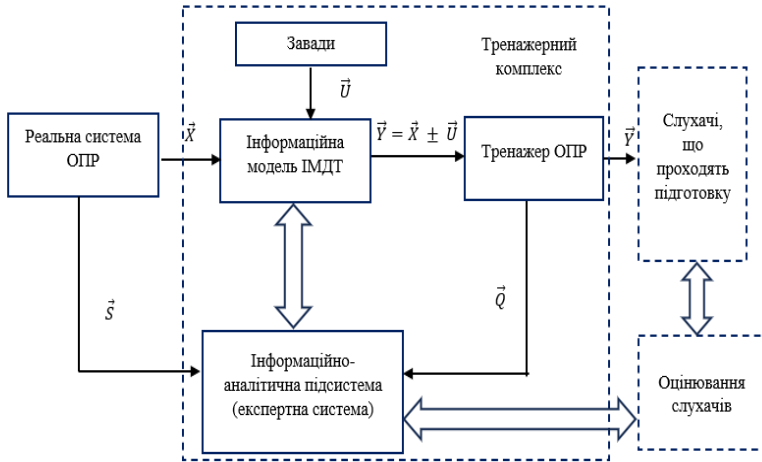


Рис. 2. Структурна схема системи імітаційного моделювання на етапі тренажерної підготовки авіадиспетчерів

- \vec{S} and \vec{Q} вхід (реальна система ОПР) та вихід (навчальна система: диспетчерський тренажер), при включенні експертної системи в навчальний процес.

Вплив вектора "завад" при відтворенні реальних процесів ОПР на тренажері УПР:

$$\vec{Y} = \vec{X} \pm \vec{U}$$

Під "завадами" розуміється похибка диспетчерського тренажера у відтворенні процесів ОПР: допуски на повноту моделювання основних елементів системи ОПР. Сучасний стан апаратно-програмної складової, враховуючи розвиток інформаційних технологій, дозволяє довести тренажери УПР до такого рівня, що навчання на них стає більш ефективним, ніж на реальному обладнанні, завдяки їх здатності забезпечувати більш високу інтенсивність навчання, можливість відпрацювання різноманітних сценаріїв ОПР (що може бути ускладненим в реалізації на реальній системі ОПР або взагалі неможливим) додаючи до цього як економічну привабливість підготовки. Адекватність сприйняття - це узагальнений критерій, за яким суб'єктивно для самого себе, особа, що здійснює ОПР, сприймає тренажер як власне професійне середовище. Різниця між реальністю та моделюванням полягає в тому, що реальність це єдине ціле, а моделювання є лише частиною відображення реального світу. Таким чином, імітація реальності за допомогою моделювання *завжди* буде приблизною. **Питання у тому – наскільки імітація реальності є приблизною?**

Авторами пропонуються, з врахуванням цілій навчання та економічної доцільності, щоб повнота імітаційно-інформаційної моделі процесів ОПР (ІМОПР), яка буде реалізовуватись на певному диспетчерському тренажері,

адекватно відповідає цілям практичної підготовки: **«потрібний тренажер для моделювання потрібних елементів системи ОПР з врахуванням потрібних завдань підготовки».**

$$\vec{F} = F(\vec{X}, \vec{Y}, \vec{U}) \rightarrow \min, \vec{X}^* \leq \vec{X} = (x_1, \dots, x_n) \leq \vec{X}^{**}, \\ \vec{Y}^* \leq \vec{Y} = (y_1, \dots, y_n) \leq \vec{Y}^{**}, \vec{U}^* \leq \vec{U} = (u_1, \dots, u_n) \leq \vec{U}^{**}, \\ x_i \geq 0, y_i \geq 0, u_i \geq 0,$$

де, $\vec{X}, \vec{Y}, \vec{U}$ – інформаційні потоки у реальній системі ОПР;

- $\vec{X}^*, \vec{Y}^*, \vec{U}^*$ - задані критерії подібності ІМДТ інформаційної моделі реальній системі ОПР – ІМОПР (нижня межа) та;

- $\vec{X}^{**}, \vec{Y}^{**}, \vec{U}^{**}$ - задані подібності ІМДТ інформаційної моделі реальній системі ОПР – ІМОПР (верхня межа) якості моделювання інформаційних потоків на диспетчерському тренажері.

Різниця між реальністю та моделюванням полягає в тому, що реальність це єдине ціле, а моделювання є лише частиною відображення реального світу. Таким чином, імітація реальності за допомогою моделювання **завжди** буде приблизною. **Питання у тому – наскільки імітація реальності є приблизною?**

$$IM_{ДТ} - IM_{ОПР} \leq Q_{\text{прип.розбіжності}}.$$

В ідеальному випадку:

$$IM_{ДТ} - IM_{ОПР} = 0$$

Величина можливої невідповідності знаходиться в межах:

$$0 \leq Q_{\text{прип.розбіжності}} \leq 1.$$

Для оцінювання критеріїв адекватності диспетчерського тренажера реальній системі ОПР та узагальнення цих критеріїв пропонуються до застосування методи експертних оцінок та методи нечіткої логіки, які дозволяють отримувати достовірні результати при відсутності точних початкових даних та враховувати невизначеність інформації. Пропонується застосовані підходи застосовувати для спектру компетенцій, що обираються для змісту потрібного рівня практичного навчання як для підготовки самих диспетчерів УПР так й інших авіаційних спеціалістів при формуванні навчально-методичних пакетів. Експертна система оцінювання критеріїв відповідності інформаційної моделі диспетчерського тренажера реальній системі представлена на прикладі дизайну професійній компетенції «Vectoring». В подальшому заплановане розробка адаптивної інтелектуальної системи управління процесом підготовки із застосуванням методів і моделей штучного інтелекту для обробки початкових даних і прийняття рішень [4].

Список літератури

1. ICAO Doc 9750-AN/963. Global Air Navigation Plan, 2016-2030, Fifth Edition.
2. ICAO Study Reveals Strong Demand for Qualified Aviation Personnel up to 2030. [Електронний ресурс]: <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/icao-study-reveals-strong-demand-for-qualified-aviation-personnel-up-to-2030.aspx>.

3. Колотуша В. Дизайн навчальних пакетів з врахуванням індивідуальних когнітивних здібностей та особистісних компетенцій слухачів / В.Колотуша, Т. Шмельова // 10th World Congress „Aviation in the XXIst century. Safety in Aviation And Space Technologies” NAU, September 22-24, 2022.

4. Shmelova T. Artificial Intelligence Methods and Applications in Aviation: Chapter 49 / T. Shmelova, M. Yatsko, Iu. Sierostanov, V. Kolotusha // Handbook of Research on AI Methods and Applications in Computer Engineering / Ed. Sanaa Kaddoura (Zayed University, UAE). – USA : IGI-Global Publ, 2023. – P. 108–140. DOI: 10.4018/978-1-6684-6937-8.