

УДК 658.52.011

В. О. ГРИГОРЕЦЬКИЙ**СТРУКТУРА І АЛГОРИТМ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДОПУСКОМ АВІАДИСПЕТЧЕРА ДО САМОСТІЙНОЇ РАБОТИ**

У статті запропоновані принципи побудови автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з обслуговування повітряного руху. Запропонований контур підготовки авіадиспетчерів до самостійної роботи з використанням інформаційних моделей діяльності та етапи автоматизованої діагностики авіадиспетчерів. Розроблена функціональна схема автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з управління повітряним рухом. Обґрунтовано концепцію формалізації і автоматизації процесів прийняття рішення про допуск авіадиспетчерів до самостійної роботи з точки зору забезпечення безпеки польотів.

Ключові слова: авіадиспетчер, управління повітряним рухом, тренажер, моделі діяльності.

Вступ. Останні десятиліття у світовій системі обслуговування повітряного руху (ОПР) характеризується процесом автоматизації основних та допоміжних функцій, що виконуються авіадиспетчерами, враховуючи як безпосереднє управління повітряним рухом (УПР), так і питання, пов'язані з навчанням, підготовкою і перепідготовкою авіафахівців. Проблема людського фактору при УПР є особливо актуальною. Процес УПР потребує застосування підвищених вимог до людей, що безпосередньо здійснюють радіолокаційний чи процедурний контроль за польотами повітряних суден. Оператор в системі УПР, яка відноситься до людино-машинних систем особливо складності, виступає як особлива ланка. Це пояснюється жорсткими вимогами до часу прийняття рішень та надійності операторів через високу швидкість процесів, що відбуваються в системі, та підвищений рівень небезпеки для життя людей. Тому безпека і ефективність повітряного руху суттєво залежать від підбору кандидатів, що найкраще зможуть справлятися з майбутньою роботою, а також від їх подальшої професійної підготовки в умовах авіаційного підприємства на протязі всього періоду діяльності.

Але допуск авіадиспетчерів до самостійної роботи після отримання освітнього рівня «спеціаліст» у навчальному закладі в даний момент є одним з найменш досліджених і автоматизованих. Дотепер не розглядали як єдиний процес, що вимагає комплексного врахування різних факторів, всю послідовність необхідних дій при стажуванні. Тому на даний момент вирішення з позицій системного підходу задачі автоматизації допуску авіадиспетчерів до самостійної роботи при введенні в дію на робочих місцях служби руху є досить актуальним питанням, що потребує свого термінового вирішення в умовах постійного ускладнення програмно-технічних засобів, що застосовуються при УПР. Правильно організований вибір кандидатів при прийомі на роботу на конкретне робоче місце дозволяє вже з самого початку відсівати осіб, що не відповідають вказаним вимогам і зберегти кошти та час, що необхідні для їх навчання та стажування. Організація ж самого процесу стажування на основі автоматизованого контролю стану інформаційних моделей особи людини-стажиста, що є претендентом для отримання допуску до самостійної роботи на конкретному робочому місці (далі – стажист), дозволить з індивідуальних позицій підходити до оцінки часу, необхідного для стажування, та об'єктивно оцінювати поточний рівень готовності стажиста до самостійної роботи.

Принципи побудови автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з обслуговування повітряного руху. Застосування узагальнених інформаційних моделей діяльності дозволяє представити процес підготовки авіадиспетчера до самостійної роботи у вигляді відкритого контуру, що включає (рис. 1):

- програмні модулі автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР;

- авіадиспетчерів-стажистів;
- зовнішні впливи.

Сукупність вхідних впливів ($\bar{E}(R, F)$) даного контуру є множиною факторів, які безпосередньо впливають на процес професійної підготовки авіадиспетчерів (F - цілі та стандарти професійної підготовки, $\bar{R} = \{Q_T, Q_P\}$ - сукупність ресурсів професійної підготовки (Q_T - засоби теоретичної підготовки, Q_P - засоби практичної підготовки)).

Сукупність керуючих впливів ($\bar{X}(U, U', U^*)$) автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР на процес професійної підготовки складається з набору шаблонів вправ (U), адаптованого набору вправ з урахуванням особливостей певного авіадиспетчера (U') та поточної вправи, що підготовлена для відображення на технічних засобах системи (U^*).

Зворотній зв'язок ($\bar{B}(Y, Y', Y^*)$) автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР є сукупністю результатів професійної підготовки авіадиспетчерів (Y — сукупність дій авіадиспетчерів у ході виконання вправи, Y' - сукупність зафіксованих програмних модулями дій авіадиспетчерів у ході вправи, Y^* - аналіз та інтерпретація результатів діяльності авіадиспетчерів).

Зовнішні впливи ($\bar{H}(h_1, h_2, \dots, h_p)$) на діяльність авіадиспетчерів у ході виконання вправ включають різномісні фактори, такі як: умови професійної підготовки, стан здоров'я авіадиспетчера, рівень мотивації та інші.

Автоматизоване отримання кількісно-якісних результатів діяльності авіадиспетчерів передбачає виконання наступних процедур (рис. 2):

$$M(TO_1, \dots, TO_n) \rightarrow P(R_1)^{KT} \rightarrow P(R_2)^{JK} \Rightarrow Db(S)$$

© В. О. Григорєцький. 2015

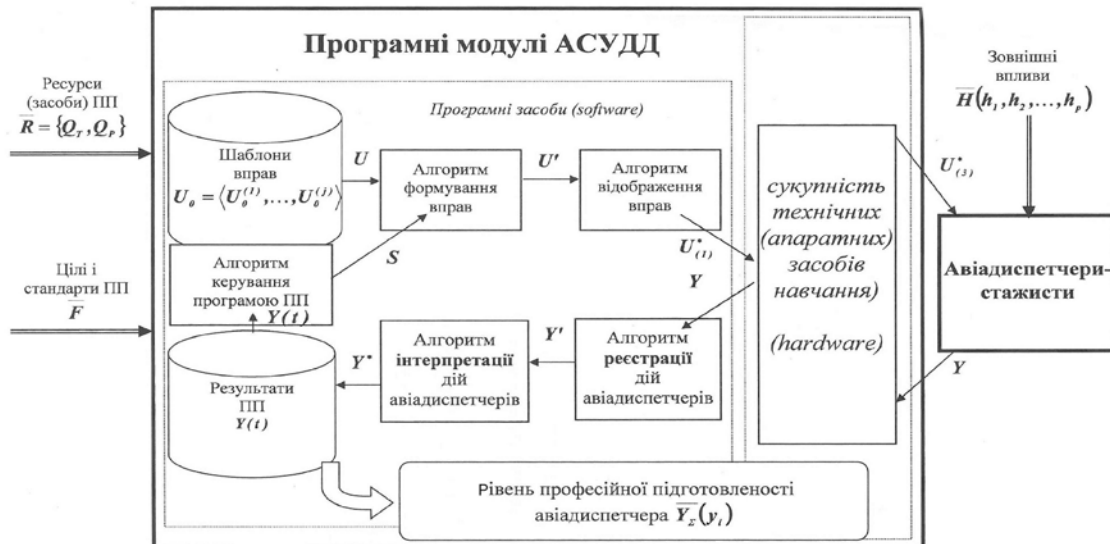


Рис. 1 – Контур підготовки авіадиспетчерів до самостійної роботи з використання інформаційних моделей діяльності

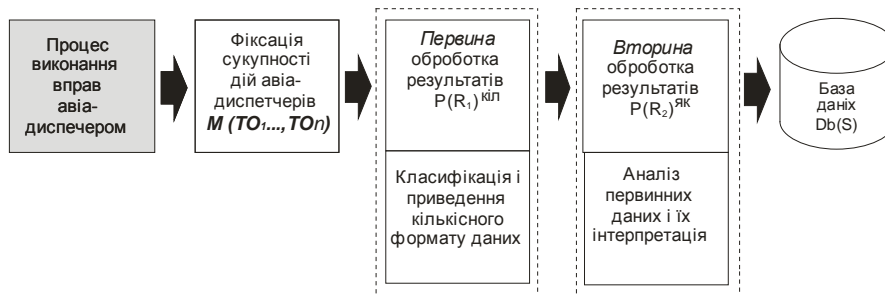


Рис. 2 – Етапи автоматизованої діагностики авіадиспетчерів

В результаті виконання алгоритму автоматизованої діагностики утворюється взаємопов'язана кількісно-якісна структура показників автоматизованої діагностики діяльності авіадиспетчера: кількісні показники (на нижньому, елементарному рівні), якісні показники (на найвищому рівні узагальнення результатів).

Одним зі шляхів вдосконалення системи професійної підготовки авіадиспетчерів і підвищення безпеки польотів є інтеграція всіх засобів і форм професійної підготовки у автоматизованих системах. Запропоновані принципи діагностики рівня професійної підготовленості авіадиспетчерів повинні бути реалізовані у комплексній автоматизованій системі управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР, що охоплює сукупність процесів пізнавальної діяльності авіадиспетчерів.

Основною метою автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР є підвищення надійності системи УПР за рахунок удосконалення процесів діагностики і керування рівнем професійної підготовленості авіадиспетчерів.

Автоматизована система управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР є програмним комплексом з "відкритою" архітектурою, якій притаманний ряд позитивних властивостей:

- гнучке налагодження модулів;
- підключення і нарощування функцій;
- інформаційна і програмна сумісність;
- розширені можливості тестування і адміністрування системи.

Організація автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР по модульному принципу має наступні переваги: логічна гнучкість, універсальність, точність, стабільність. Мірами ефективності (показниками якості функціонування) автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР є:

- ступінь інтелектуальності аналізу результатів професійної підготовки;
- рівень адаптації вправ до індивідуальних характеристик авіадиспетчерів;
- можливість забезпечення модульності програмних і технічних засобів;
- можливість збору, обробки, аналізу і збереження статистичної інформації про результати підготовки;
- рівень забезпечення мобільності, налагодження і вдосконалення програмних модулів системи.

Функціональна схема автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з ОПР включає структуровані інформаційні потоки масиву вхідних даних (I_{BX}), масиву внутрішніх даних (I_{BH}) і масиву вихідних даних (I_{BIX}).

У ході діагностики рівня професійної підготовленості циркуляція інформаційних потоків представляє собою односторонній рух даних в діагностичному середовищі (рис. 3): **масив вхідних даних** - прийом інформації (I_{BX1}, I_{BX2}) \Rightarrow **масив внутрішніх даних** - пошук (I_{BH1}), переробка (I_{BH2}), накопичення і збереження (I_{BH3}) інформації \Rightarrow **масив вихідних даних** - видача (I_{BIX1}, I_{BIX2}) інформації.

Узагальнену модель автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР (АСУДД – $A_{Tren}^{(ST)}$) подамо у такому вигляді:

$$A_{Tren}^{(ST)} = \left\langle \sum_{j=1}^N L_j, \sum_{k=1}^N Y_k(t), P(I_A, I_C), \sum_{i=1}^N P(S_i), P(R_1(T), R_2(I)) \right\rangle$$



Рис. 3 – Функціональна схема автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР

даній моделі наведені основні елементи реалізації автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з ОНР:

1. $\sum_{j=1}^N L_j$ - сукупність із j узагальнених моделей

проблемних ситуацій $j = (\overline{1, N})$, що використовуються у якості базових компонентів при формуванні вправ.

2. $\sum_{k=1}^N Y_k(t)$ - сукупність з k моделей авіадиспетчерів

$k \in (\overline{1, N})$. $Y_k(t)$ змінюються у часі (t) протягом професійної підготовки і професійної діяльності.

3. $P(I_A, I_C)$ - модель діяльності (алгоритм і критерії діагностики) інструктора.

4. $\sum_{i=1}^N P(S_i)$ - індивідуальні i -ті стратегії професійної підготовки

(S_i), що представляють собою сукупність вправ, які формуються в залежності від $Y_k(t)$ стандартів професійної підготовки.

5. $P(R_1(T), R_2(I))$ - база даних ($R_1(T)$ - первинні результати професійної підготовки (дії авіадиспетчерів, що зафіксовані у ході виконання вправи), $R_2(I)$ - вторинні результати підготовки (після виконання процедур аналізу і інтерпретації $R_1(T)$)).

Висновки. В статті подано основні положення, що пов'язані з реалізацією запропонованих принципів, математичних і інформаційних моделей у вигляді алгоритмів роботи модулів автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчера до самостійної роботи (АСУДД).

1. Автоматизоване отримання кількісно-якісних результатів діяльності авіадиспетчерів передбачає виконання процедур фіксації сукупності дій диспетчерів, первинної (кількісної) і вторинної (якісної) обробки результатів.

2. Математична формалізація керування професійною підготовкою за допомогою АСУДД може роз-

глядатися як задача дискретного управління багатокроковим процесом з заданим кінцевим станом (нормативний цільовий рівень професійної підготовленості) і набором припустимих впливів, таких, що вплив, що реалізується на i -му кроці професійної підготовки, переводить авіадиспетчера зі одного стану в інший.

3. Навчальні вправи формуються на основі проблемних професійних задач заданої предметної області, що характеризують загальні закономірності і способи дій авіадиспетчерів у типових ситуаціях з УПР.

4. Одержані в процесі проведення експериментів результати було використано також для розробки алгоритму і програмного забезпечення модуля адаптивного визначення навчального навантаження при стажуванні у службі руху.

Список літератури: 1. Основні принципи врахування людського фактора в системах організації повітряного руху (ATM) Doc 9758 [Текст]. – Монреаль, Канада, 2000. – 156 с. 2. Шибанов, Г. П. Кількісна оцінка діяльності людини в системах людина – техніка [Текст] / Г. П. Шибанов. – М.: Машинобудування, 1983. – 263 с. 3. Макаров, І. М. Теорія вибору та прийняття рішень [Текст] / І. М. Макаров, Т. М. Виноградська та ін. – М. Наука, 1982. – 3238 с. 4. Неділько, С. Н. Моделі професійної надійності диспетчера обслуговування повітряного руху [Текст]: тези докл. міжн. наук.-прак. конф. / С. Н. Неділько, В. О. Григорєвський // Сучасні інформаційні технології в управлінні і професійній підготовці операторів складних систем. – Кіровоград: Видавництво ДЛАУ, 2003. – С. 63–65. 5. Атанов, Г. А. Навчання та штучний інтелект [Текст] / Г. А. Атанов, І. Н. Пустиннікова. – Донецьк: Видавництво ДООУ, 2002. – 504 с. 6. Денисов, В. Г. Авіаційна інженерна психологія [Текст] / В. Г. Денисов, В. Ф. Оніщенко, А. В. Скрипец. – М.: Машинобудування, 1983. – 232 с. 7. Макаров, Р. Н. Авіаційна педагогіка [Текст]: навч. пос. / Р. Н. Макаров, С. Н. Неділько, А. П. Бамбуркин, В. О. Григорєвський. – Москва – Кіровоград: Видавництво МАПЧАК-ДЛАУ, 2005. – 433 с. 8. Кофман, А. Вступ в теорію нечітких множен [Текст] / А. Кофман. – М.: Радіо і зв'язок, 1982. – 432 с. 9. Красовський, А. А. Математичне модулювання та комп'ютерні системи навчання і тренажу [Текст] / А. А. Красовський. – М.: ВВІА ім. Жуковського, 1989. – 255 с. 10. Гмурман, В. Е. Теорія вірогідності та математична статистика. Навчальний посібник для вузів [Текст] / В. Е. Гмурман. – М.: Висша школа, 2000. – 479 с.

Bibliography (transliterated): 1. Osnovni principii vrahuvannya lyudskogo faktora v sistemax organizacii povitryanogo ruhu (ATM) Doc 9758 – Monreal, Kanada, 2000, 156. 2. Shibanov, G. P. (1983). Kilkisna ocinka diyalnosti lyudini v sistemax lyudina – texnika. Moscow: Mashinobuduvannya, 263. 3. Makarov, I. M., Vinogradskaya, T. M. ta insh. (1982). Teoriya viboru ta priynnyattya rishen. Moscow: Nauka, 3238. 4. Nedilko, S. N., Grigoreckij, V. O. (2003). Modeli profesijnoi nadijnosti dispetchera obslugovuvannya povitryanogo ruhu. Tezi dokladiv mizhnarodnoi naukovo – praktichnoi konferencii « Suchasni informacijni tehnologii v upravlinni i profesijnij pidgotovci operatoriv skladnix sistem». Kirovograd: Vidavnicтво DLAU, 63-65. 5. Atanov, G. A., Pustinnikova, I. N. (2002). Navchannya ta htuchnij intelekt. – Doneck: Vidavnicтво DOU, 504. 6. Denisov, V. G., Onishhenko, V. F., Skripec, A. V. (1983). Aviacijna inzhenerna psixologiya. Moscow: Mashinobuduvannya, 232. 7. Makarov, R. N., Nedilko, S. N., Bamburkin, A. P., Grigoreckij, V. O. (2005). Aviacijna pedagogika: Navchalnij posibnik. Moskva – Kirovograd: Vidavnicтво MAPChAK-DLAU, 433. 8. Kofman, A. (1982). Vstup v teoriyu nechtikh mnozhen. Moscow: Radio i zv'yazok, 432. 9. Krasovskij, A. A. (1989). Matematichne modulyuvannya ta komp'yuterni sistemi navchannya i trenazha. Moscow: VVIA im. Zhukovskogo, 255. 10. Gmurman, V. E. (2000). Teoriya virogidnosti ta matematichna statistika. Navchalnij posibnik dlya vuziv. Moscow: Vissha shkola, 479.

Надійшла (received) 07.10.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Григорецький Володимир Олексійович – кандидат технічних наук, Харківський університет повітряних сил ім. І. Кожедуба; кафедра повітряної навігації та бойового управління авіацією льотного факультету; вул. Сумська 77/79, м. Харків, Україна, 61023; тел.: 050-323-30-21; e-mail: HUPS1954@ukr.net.

Григорецький Владимир Алексеевич – кандидат технических наук, Харьковский университет воздушных сил им. И. Кожедуба; кафедра воздушной навигации и боевого управления авиацией летного факультета; ул. Сумская 77/79, м. Харьков, Украина, 61023; тел. : 050-323-30-21; e-mail: HUPS1954@ukr.net.

Hryhorskyy Vladimir – Ph.D., University of Kharkiv Air Force University. I. Kozhedub; Department of air navigation and command and control aircraft flight faculty; st. Sums 77/79, Kharkiv, Ukraine, 61023

