

Олексій Юрійович Несміян (кандидат технічних наук)¹

Сергій Валерійович Осієвський (кандидат технічних наук, доцент)¹

*Сергій Петрович Данилевський*¹

Павло Вікторович Опенько (кандидат технічних наук, старший дослідник)²

¹ Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна

² Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ОПЕРАТОРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

В роботі запропонована методика визначення інформаційного навантаження на оператора автоматизованої системи керування повітряним рухом. Для досягнення мети дослідження визначено межі обсягів аудіо- і відеоінформації, які оператор зможе обробити для прийняття правильного рішення.

В розробленій методиці розглянуто етапи визначення допустимих меж інформаційного навантаження на оператора автоматизованої системи керування повітряним рухом в різних умовах повітряної обстановки та вплив кількості інформації, що надається оператору, на спроможність її усвідомлення.

Методика враховує особисті інтелектуальні, морально-психологічні, розумові, лінгвістичні, моторні, психофізіологічні та інші властивості операторів автоматизованої системи керування повітряним рухом, що дозволить найбільш ефективно приймати своєчасні та виважені рішення.

За результатами дослідження отримано кількісні показники допустимих об'ємів інформації, яка може надаватися оператору автоматизованої системи керування повітряним рухом для обробки та прийняття рішень.

Цінність дослідження полягає в його практичній значущості для подальших досліджень у напрямі розроблення (удосконалення) перспективних засобів автоматизації та підтримки прийняття рішень операторами автоматизованої системи керування повітряним рухом.

Одним з основних обмежень запропонованої методики є необхідність врахування особливостей сприйняття інформації від різних аналізаторів кожним оператором індивідуально.

Ключові слова: система автоматизованого керування повітряним рухом, сприйняття інформації, прийняття рішень.

Вступ

Зважаючи на сучасні темпи розвитку галузі авіаперевезень, постійної уваги потребують питання вдосконалення організації обслуговування повітряного руху із забезпеченням необхідного рівня безпеки для всіх суб'єктів процесу. Вирішення низки нагальних питань керування повітряним рухом показує, що в сучасних умовах першочергового вдосконалення потребують процеси інформаційного забезпечення прийняття рішень посадовими особами в пунктах управління (ПУ) повітряним рухом.

При цьому слід зазначити, що подальше вдосконалення взаємодії людини і техніки в перспективних автоматизованих системах керування повітряним простором (АС КПП) здійснюється на основі їх "інтелектуалізації", яка полягає у використанні багатoproграмних засобів відображення інформації, адаптивних інформаційних моделей, систем інформаційної підтримки прийняття рішень, інформаційно-

пошукових, інформаційно-розрахункових, експертних систем.

Постановка проблеми. Оператор АС КПП в своїй діяльності активно задіює миттєву пам'ять (забезпечує переробку отриманої інформації, тривалістю від 0,1 до 0,5 с), короткочасну пам'ять (тривалість утримання мнемічних слідів не перевищує декількох десятків секунд, в середньому близько 20 с), оперативну пам'ять (зберігання інформації протягом від декількох секунд до декількох днів), довготривалу пам'ять (зберігання інформації протягом практично необмеженого терміну).

Для роботи оператора АС КПП актуальним є дослідження саме короткочасної пам'яті, яка характеризується обсягом інформації. Він в середньому відповідає числу Міллера і визначається кількістю одиниць інформації, яку людина здатна точно відтворити через кілька десятків секунд після однократного пред'явлення йому цієї інформації.

Всі компоненти психофізіологічної діяльності оператора АС КПП тісно взаємопов'язані, зазнають певних змін в залежності від функціонального й емоційного стану оператора, і, в решті решт, впливають на ефективність виконання функціональних обов'язків [1].

Будь-яка фаза діяльності оператора АС КПП завжди пов'язана з розвитком емоційних станів – збудження, напруги і напруженості. Для управління ризиками, викликаними напруженістю оператора АС КПП, в роботі необхідно визначити межі обсягів аудіо- і відеоінформації, які оператор зможе обробити для прийняття правильного рішення.

Ефективність роботи оператора АС КПП безпосередньо залежить від швидкості сприйняття та усвідомлення інформації при зміні стану навантаження. Тому для узгодження психофізіологічних можливостей оператора з розпізнавання, усвідомлення та запам'ятовування певного числа об'єктів, враховано такі обмеження:

кількість інформаційних каналів не повинна перевищувати числа Міллера (7 ± 2 оперативні одиниці);

пряме розпізнавання, диференціацію, запам'ятовування образів 11 та більше об'єктів здатні здійснювати тільки найбільш досвідчені фахівці [2];

“коефіцієнт неефективності” С. Паркінсона – верхня межа можливо прийнятих рішень (не перевищує $x = 19,9 \dots 22,4$) [3].

Метою статті є розробка методики визначення інформаційного навантаження на оператора автоматизованої системи керування повітряним рухом.

Виклад основного матеріалу дослідження

Зростання інтенсивності повітряної обстановки сприяє зміні уваги – від повної зосередженості та ясного сприйняття поточної і прогнозованої обстановки до неухважності або, навіть, виникнення стресу.

Виникнення в процесі роботи оператора АС КПП екстремальних ситуацій викликають його підвищену емоційну напруженість. Тому необхідно враховувати кількість інформації, що надходить до оператора АС КПП через зоровий та аудіо канали.

Адаптація організму до великих фізичних і психоемоційних навантажень припускає, що у оператора автоматизованих систем управління існує певний взаємозв'язок між заповненням оперативної пам'яті і вираженими порушеннями відповідних реакцій.

Перший етап методики – побудова інформаційної моделі повітряної обстановки.

Так, інформаційна модель повітряної обстановки складається з двох складових частин. Перша складова – забезпечує відображення просторово-часового положення повітряних об'єктів (на екрані загальної повітряної обстановки засобів відображення інформації колективного

користування (ЗВІ КК) та на екран загальної повітряної обстановки автоматизованих робочих місць (АРМ)). Друга – забезпечує відображення характеристик повітряних об'єктів (табло характеристик повітряних суден (ПС) ЗВІ КК та допоміжного монітору АРМ).

Відображення просторово-часового положення ПС здійснюється на екрані повітряної обстановки ЗВІ КК та на екранах основного і допоміжного моніторів АРМ у вигляді траєкторій повітряних об'єктів на фоні карти місцевості району обслуговування.

Траєкторія повітряних об'єктів відображається у вигляді точок місцеположення ПС, з'єднаних між собою, і формуляру. Кількість точок, що відображається (довжина траєкторії), інтерактивно налаштовується. Остання точка траєкторії відповідає останньому положенню ПС відповідно до інформації, яка отримана від джерела радіолокаційної інформації (РЛІ).

Формуляр супроводу повітряного судна (ФПС) відображається у вигляді символічного підпису до траєкторії ПС. До складу формуляра входять розпізнавальний знак і літерно-цифровий підпис. Розрізняються такі типи ФПС [4]:

5-ти значний, короткий (*Untagged*) формуляр (рис. 1(a));

25-ти значний, повний (*Tagged*) формуляр (рис. 1(б));

розгорнутий (*Detailed*) формуляр (рис. 2).



Рис. 1. Приклад відображення формулярів ПС на екрані монітора

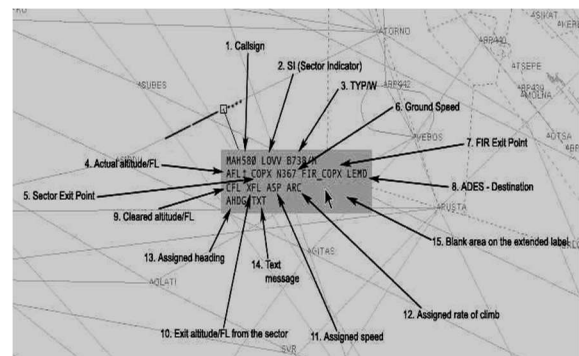


Рис. 2. Склад інформації в детальному формулярі АС КПП TopSky

Формуляри супроводу ув'язуються з відповідними відображеннями розташування ПС таким чином, щоб виключити помилкову ідентифікацію об'єкту з боку авіаційного диспетчера.

Зміст інформаційних елементів ФПС дозволяє оператору АС КПП отримати будь-яку інформацію

про окреме ПС, яка потрібна при виконанні функціональних обов'язків.

Повна інформація про характеристики ПС відображається на екрані у вигляді довідки. Довідка містить інформацію (по рядках) про:

- єдиний та машинний номери ПС;
- тип повітряного об'єкта;
- ознаку типу траєкторії;
- код RBS (міжнародний код ICAO) або код КПР (код країн СНД);

індекс належності повітряного об'єкта;

джерела радіолокаційної інформації (РЛІ) про повітряний об'єкт, а саме характеристики ПС (висота польоту (м), курс (град.), швидкість польоту (км/год), склад, час локації, список споживачів РЛІ, ознака супроводження).

Характеристики повітряних об'єктів відображаються у формі таблиці, кожний рядок якого відноситься до окремого ПС. У колонках таблиці розміщуються характеристики ПС. Інформація про характеристики ПС заноситься в наступні інформаційні поля:

- номер ПС системний;
- номер ПС єдиний;
- позивний;
- індекс належності;
- висота польоту (м);
- тип;
- склад;
- швидкість польоту (км/год);
- напрямок, на якому знаходиться ПС;
- основне та допоміжне джерело РЛІ;
- час локації (год.: хв.: с).

Колір рядка таблиці визначається ознакою державній належності повітряного об'єкта.

Другий етап методики – побудова системи інформаційного забезпечення АРМ оператора АС КПР.

Модель СІЗ АРМ оператора АС КПР з можливими елементами поточної обстановки наведена на рис. 3.

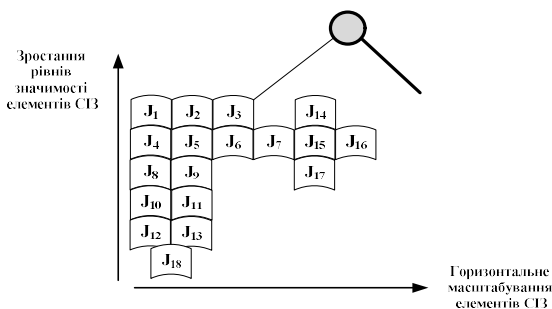


Рис. 3. Структурна схема СІЗ оператора АС КПР в розширеному вигляді

Елементи $J_1 - J_{18}$ СІЗ містять кількість інформації в інформаційній моделі, що реалізуються з однаковою імовірністю, тобто

$$\sum_{i=1}^N P_i = 1 \quad (1)$$

де N – обсяг інформаційного навантаження;

P_i – імовірність i -го інформаційного навантаження.

Відповідно до формули Р. Хартлі кількість інформації в кожному елементі ФПС становитиме:

$$J = \log_2 N \quad (2)$$

При поданні формалізованих повідомлень використовуються 26 букв латинського і 33 літери українського алфавіту [5, 6, 7]. Тому кількість інформації, що міститься в одній літері латинського алфавіту при передачі повідомлень ФПС, становитиме: $J = \log_2 26 = 4,7 \text{ bit}$, а для українського алфавіту: $J = \log_2 33 = 5,044 \text{ bit}$.

Якщо імовірність передачі кодового повідомлення на будь-якому з алфавітів однакова, то для розрахунків будемо використовувати середнє значення інформації в одній літері, що дорівнює $4,87 \text{ bit}$. Кількість же інформації в кожній цифрі (в діапазоні від 0 до 9) складає: $J = \log_2 10 = 3,32 \text{ bit}$. Кількість інформації може варіюватися при передачі цифрових повідомлень в обмежених діапазонах, наприклад, перша цифра курсу ПС від 0 до 3.

Отже, для варіанта 1 блоку J_1 кількість інформації складе:

$$J_{1,1} = \log_2 4 + (\log_2 10 \cdot 3) = 11,965 \text{ bit.}$$

для варіанту 2:

$$J_{1,2} = (\log_2 26 \cdot 3) + (\log_2 10 \cdot 3) = 24,067 \text{ bit.}$$

для варіанту 3:

$$J_{1,3} = (\log_2 26 \cdot 5) = 23,502 \text{ bit.}$$

Оскільки інформація J_1 може представлятися у вигляді $J_{1,1}, J_{1,2}, J_{1,3}$ з однаковою імовірністю $P_i = 0,33$ їх появи, то кожен окремий результат, який має імовірність $P_i = 0,33$, вносить невизначеність, що дорівнює:

$$\frac{1}{N} \log_2 N = -\frac{1}{N} \log \frac{1}{N} \quad (3)$$

$$J_1 = \frac{1}{3} (J_{1,1} + J_{1,2} + J_{1,3}) = 19,84 \text{ bit,}$$

де J_1 – середня кількість інформації в блоці.

Середня кількість інформації в кожному елементі J_1 ФПС розширеного виду наведена в табл. 1.

Таким чином, через СІЗ в розширеному вигляді оператор АС КПР отримує кількість інформації про

$$\text{одне ПС} \quad \sum_{i=1}^N J_i = J_{FCRV} = 307,88 \text{ bit.}$$

Третій етап методики – побудова активних та неактивних станів формулярів ПС.

У процесі роботи оператор АС КПР, як правило, активує ФПС розширеного вигляду один раз за весь час перебування ПС в зоні відповідальності. В основному ПС мають неактивний (FCN) або активний (FCA) стани. У стані FCA оператор отримує кількість інформації

$J_{FCA} = J_{FCPA} - (J_{14} - J_{15} - J_{16} - J_{17}) = 226,8 \text{ біт}$, а ПС має вигляд, наведений на рис. 4.

Таблиця 1
Кількість інформації в елементах формуляра ПС розширеного виду

	P_i	J_i , біт
J_1	1/3	19,84
J_2	1/3	1,58
J_3	1/2	13,72
J_4	1	13,29
J_5	1/2	1
J_6	1	13,29
J_7	1/3	9,97
J_8	1/3	9,97
J_9	1/4	16,45
J_{10}	1	6,64
J_{11}	1/3	9,19
J_{12}	1/2	13,04
J_{13}	1/2	13,54
J_{14}	1/2	20,05
J_{15}	1/2	15,35
J_{16}	1/6	15,88
J_{17}	1/3	9,19
J_{18}	1/2	29,8
	$P_{\text{сум}}$	85,28

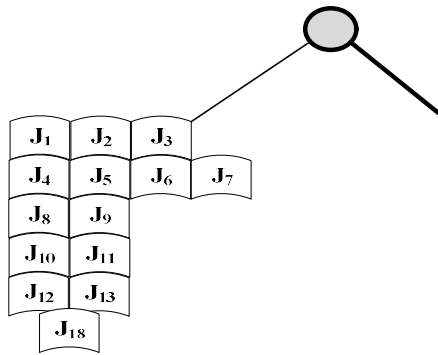


Рис. 4. Структурна схема формуляра супроводу ПС в активному стані

Події FCA_1 і FCA_2 є несумісними, отже, імовірність активації FCA в момент часу T дорівнює

$$P'_{FCA} = \frac{1}{N},$$

де N – кількість ПС у зоні відповідальності, а відносна частота F_i активації FCA в середньому буде дорівнює кількості ПС, що мають відношення до супроводу N_{kt} :

$$F_i = N_{kt}. \quad (4)$$

Склад формуляра ПС в неактивному стані (FCN) обирається оператором АС КПП з умови мінімального перекриття інформації на екрані і відображення найбільш важливих даних по ПС.

При цьому середньостатистичний оператор задає вигляд FCN , наведений на рис. 5, з FCN він отримує кількість інформації $J_{FCN} = J_{FCA} - (J_6 + J_7 + J_8 + J_{10} + J_{11} + J_{18}) = 92,46 \text{ біт}$.

Отже, частина динамічної інформації по окремим ПС J_{DIN} відповідно до визначених завдань має сприйматися, дешифруватися, запам'ятовуватися і безпосередньо зберігатися в оперативній пам'яті оператора АС КПП N_0 , а інформація з FCN – в короткочасній пам'яті N_k .

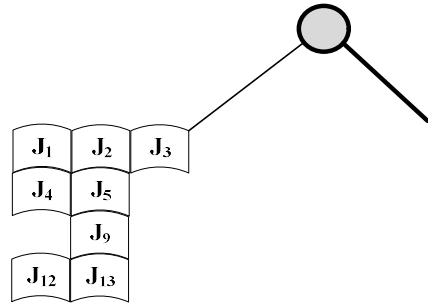


Рис. 5. Структурна схема формуляра ПС в неактивному стані

Четвертий етап методики – розрахунок кількості інформації, що підлягає збереженню в пам'яті оператора АС КПП.

Отже, кількість інформації, що підлягає збереженню в пам'яті оператора АС КПП, залежить від кількості ПС, задіяних у супроводі в зоні відповідальності:

$$N_0 = (J_{DINFCPV} - J_{FCN}) \cdot N; \quad (5)$$

$$N_k = J_{FCN} \cdot N, \quad (6)$$

де N – фактична кількість ПС.

Залежно від повітряної обстановки, відповідно до (3), N_k може короткочасно збільшуватися і, таким чином, складе величину:

$$N_{k\uparrow} = J_{FCN}(N - N_{kt}') + N_{kt}' \cdot J_{FCA}, \quad (7)$$

де N – загальна кількість ПС;

N_{kt}' – кількість ПС, що приймають участь у супроводі.

Згідно [8, 9, 10, 11], людина, в середньому, читає незнайомий текст зі швидкістю 600 знаків/хв, тобто час читання одного знаку $t = 0,1 \text{ с}$, розвиваючи при цьому сутнісну потужність $N = 200 \text{ біт}^2/\text{с}$ і пропускає інформаційний потік $N_{kt}' = 50 \text{ біт}/\text{с}$, що є фізіологічною межею.

При цьому при задіянні аудіоканалу сутнісна потужність збільшується до $N = 260 \text{ біт}^2/\text{с}$. Отже, осмислено за секунду він може прийняти кількість інформації, що надходить від СІЗ, не більше I_{max} , та сприйматиме інформацію від FCN (рис. 5), за час $T_{FCN} = \frac{J_{FCN}}{I_{\text{max}}} = 1,85 \text{ с}$, по візуальному каналу та

$T_{FCN} = \frac{J_{FCN}}{I_{\text{max}}} = 1,02 \text{ с}$ із застосуванням візуального та аудіо каналів. При цьому час зберігання інформації T_{N_k} не перевищує 20 с [11], що відіграє домінуючу роль в процесі безпосереднього ведення супроводу і потребує постійного оновлення інформації.

Так, середній період оновлення інформації від РЛС (основне та допоміжне джерело РЛІ) становить не більше 10 с [11]. Тоді актуальну інформацію про максимальну кількість ПС, яку зможе сприйняти оператор АС КПП за один оборот антени РЛС (T_{RLS}), можна розрахувати як кількість ПС, що мають відношення до супроводу N :

$$N_{VSFCN_{max}} = \frac{J_{max} \cdot T_{ORL-P}}{J_{FCN}}. \quad (8)$$

Так, $N = 5,4$ ПС є нижньою межею числа Міллера. Максимальна кількість інформації, яку зможе сприйняти оператор АС КПП за один оборот антени РЛС, складе 500 біт, а утримати в короткочасній пам'яті протягом 20 с – він зможе 1000 біт (про 10 ПС), що наближається до верхнього значення числа Міллера.

Фактична кількість ПС, що перевищує $N_{VSFCN_{max}}$, змушує оператора АС КПП сприймати інформацію сегментально, а при $T_{N_k} \leq 20$ с – сприймати заново (оновлювати), акцентуючи свою увагу виключно на сегменті, в якому здійснюється супровід. У цьому випадку, решта інформації може бути втрачена.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, в роботі запропонована методика визначення інформаційного навантаження на оператора автоматизованої системи керування повітряним рухом, в якій наведені етапи визначення допустимих меж інформаційного навантаження на оператора автоматизованої системи керування повітряним рухом в різних умовах повітряної обстановки та вплив кількості інформації, що надається оператору, на

Література

1. Grishmanov D. Метод оцінки діяльності чергової зміни районного диспетчерського центру / D. Grishmanov, Y. Danuyuk, O. Nesmian, M. Pavlenko // Сучасні інформаційні системи. Харків : ХПІ, 2018. Т. 2 (3). С. 80–87. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.3.13> **2. Herasimov S.** Characteristics of radiolocation scattering of the Su-25T attack aircraft model at different wavelength ranges / S. Herasimov, Y. Belevshchuk, I. Ryapolov, O. Tymochko, M. Pavlenko, O. Dmitriiev, M. Zhyvutskyi, N. Goncharenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Kharkiv, 2018. Vol. 6. № 9(96). P. 22–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.152740>. **3. Н. Oliveros.** Web Service Specifications Relevant for Service Oriented Infrastructures. Achieving RealTime in Distributed Computing: From Grids to Clouds / IGI Global. 2012. Pp. 174–198. doi: 10.4018/978-1-60960-827-9.ch010. **4. Air Navigation Services Rules.** Air Traffic Management / Doc 4444. Sixteenth Edition. Montreal : ICAO, 2016. 508 p. **5. Винцюк Т.К.** Анализ распознавания и интерпретация речевых сигналов. Киев : Наукова думка, 1987. 251 с. **6. Пухальская Г.А., Несмиян А.Ю.** Генерации естественно-языковых сообщений для информационного обеспечения

спроможність її усвідомлення.

Методика дозволяє враховувати особисті інтелектуальні, морально-психологічні, розумові, лінгвістичні, моторні, психофізіологічні та інші властивості операторів автоматизованої системи керування повітряним рухом, що дозволить найбільш ефективно приймати своєчасні та виважені рішення.

За результатами дослідження встановлено, що взаємодія аналізаторів проявляється, насамперед, у тому, що надходження сигналу по одному каналу або зміна стану окремого аналізатора під впливом зовнішніх факторів призводять до зміни характеристик інших аналізаторів. При цьому в подальшому необхідно враховувати взаємодію аналізаторів й при поданні людині полімодальних сигналів, тобто сигналів, які адресовані різним аналізаторам, особливо одного із його видів, а саме дублювання одного сигналу в різних модальностях при одночасній посилці його різним аналізаторам.

Крім того, отримано кількісні показники допустимих об'ємів інформації, яка може надаватися оператору автоматизованої системи керування повітряним рухом для обробки та прийняття рішень.

Проказано, що дублювання сигналів в ряді випадків стає засобом підвищення надійності передачі інформації оператору, в тому числі являється одним із способів підвищення об'єму короткочасної пам'яті (кількість символів, що запам'ятовується) оператора.

Розроблена методика призначена для використання в ході подальших досліджень у напрямі удосконалення перспективних засобів автоматизації та підтримки прийняття рішень операторами автоматизованої системи керування повітряним рухом..

процессов принятия решений оператором АСУ. Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем : 5 міжнар. наук.-практ. конференція КЛА НАУ : тези допов. Кропивницький, 2016. – С. 110. **7. Фланаган Дж.** Анализ, синтез и восприятие речи. [пер. с англ. под ред. А.А. Пирогова]. Москва: Связь, 1968. 396 с. **8. Афоничкин А.И., Панфилов С.А.** Качество информационного обеспечения в процессах управления / Под ред. А.А. Денисова. Саранск: Изд-во Саранского университета, 1988. 176 с. **9. Венда В.Ф.** Инженерная психология и синтез систем отображения информации. Москва : Машиностроение, 1975. 398 с. **10. Несмиян А.Ю., Пухальская Г.А., Медведев В.К.** Модель построения лингвистического обеспечения экспертной системы в перспективных АСУ специального назначения. Сучасні напрями розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій та засобів управління : 5 МНТК. Полт. нац. техн. ун-ту ім. Ю.Кондратюка, 21–22 квіт. 2016 р. : тези допов. Полтава, 2016. С. 8. **11. Товажнянський Л.Л., Романовський О.Г., Бондаренко В.В. та ін.** Основи педагогіки вищої школи : навч. посіб. Харків : НТУ ХПІ, 2005. 600 с.

THE INFORMATION LOAD TO THE OPERATOR OF THE AUTOMATED AIR TRAFFIC CONTROL SYSTEM DETERMINATION METHODOLOGY

Oleksii Nesmiian (Candidate of technical sciences)¹

Serhii Osiiievskiy (Candidate of technical sciences, associate professor)¹

Serhii Danylevskiy¹

Pavlo Open'ko (Candidate of technical sciences, Senior Researcher)²

¹ *Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine*

² *National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine*

The paper proposes a method for determining the information load on the operator of the automated air traffic control system. To achieve the goal of the research, the limits of the volume of audio and video information that the operator can process to make the right decision are determined.

The developed methodology considers the stages of determining the permissible limits of the information load on the operator of the automated air traffic control system in various conditions of the air environment and the influence of the amount of information provided to the operator on the ability to understand it.

The methodology allows taking into account the personal intellectual, moral-psychological, mental, linguistic, motor, psychophysiological and other properties of the operators of the automated air traffic control system, which will make it possible to make the most effective timely and balanced decisions.

Based on the results of the research, quantitative indicators of the permissible volumes of information that can be provided to the operator of the automated air traffic control system for processing and decision-making have been obtained.

The value of the study lies in its practical significance for further research in the direction of development (improvement) of promising means of automation and decision-making support by operators of the automated air traffic control system.

One of the main limitations of the proposed method is the need to take into account the peculiarities of the perception of information from different analyzers by each operator individually.

Keywords: *automated air traffic control system, information perception, decision-making.*

References

- 1. Grishmanov D., Danyuk Y., Nesmiian O., Pavlenko M.** (2018). "Metod otsinky diialnosti chernovoi zminy raionnoho dyspetcherskoho tsentru" [The method of evaluating the activity of the regular shift of the district dispatching center], *Modern information systems*, Kharkiv, Vol.2(3), pp. 80–87. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.3.13>
- 2. Herasimov S., Belevshchuk Y., Ryapolov I., Tymochko O., Pavlenko M., Dmitriiev O., Zhyvytskyi M., Goncharenko N.** (2018). Characteristics of radiolocation scattering of the Su-25T attack aircraft model at different wavelength ranges, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Kharkiv, Vol.6., №9(96), pp. 22–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.152740>.
- 3. Oliveros H.** (2012). Web Service Specifications Relevant for Service Oriented Infrastructures. Achieving RealTime in Distributed Computing: From Grids to Clouds, IGI Global, Pp. 174–198. doi: 10.4018/978-1-60960-827-9.ch010.
- 4.** Air Navigation Services Rules. Air Traffic Management / Doc 4444. Sixteenth Edition. Montreal : ICAO, 2016. 508 p.
- 5. Vyntsiuk T.** (1987). "Analyz raspoznavania y uinterpretatsiya rechevykh syhnalov", [Analysis of recognition and interpretation of speech signals], *Naukova dumka*, Kyiv, 251 p.
- 6. Pukhalskaia H., Nesmiian O.** (2016). "Heneratsyyu estestvenno-yazykovykh soobshchennyi dlia ynfarmatsyonnoho obespechenia protsessov pryniatia reshennyi operatorom ASU", [Generation of natural language messages for information support of decision-making processes by the ACS operator], Management of high-rise, handy objects and professional training of operators of folding systems : 5th intern. sci.-pract. conference Flight Academy of NAU, Kropyvnytskyi, p. 110.
- 7. Flanagan J.** (1968). "Analyz, syntez y vospriyatye rechy", [Analysis, synthesis and perception of speech], *Connection*, 396 p.
- 8. Afonychyn A., Panfylov S.** (1988). "Kachestvo ynfarmatsyonnoho obespechenia v protsessakh upravlenia", [The quality of information support in management processes], Saransk, 176 p.
- 9. Venda V.** (1975), "Ynzhenernaia psikhologhiya y syntez system otobrazhenia ynfarmatsyy", [Engineering psychology and synthesis of information display systems], *Mechanical engineering*, 398 p.
- 10. Nesmiian O., Pukhalskaia H., Medvedev V.** (2016) "Model postroeniya linyvystycheskoho obespechenia ekspertnoi systemy v perspektivnykh ASU spetsyalnoho naznacheniya", [A model for constructing linguistic support for an expert system in promising special-purpose automated control systems]. Direct development of information and telecommunications technologies and management tools : 5th intern. sci.-tech. conference Y.Kondratyuk Polt. nat. tech. university, p. 8.
- 11. Tovazhnianskyi L., Romanovskiy O., Bondarenko V. and other** (2005). "Osnovy pedahohiky vyshchoi shkoly", [Fundamentals of Pedagogy of your High School], Kharkiv, 600 p.