УДК 629.735.05
DOI https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-2/03

Бойко С.М.
Криворізький національний університет

Стущанський Ю.В.
Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ

Хебда А.С.
Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ

Голованов С.Л.
Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ

Шахова О.В.
Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ

АСПЕКТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ АВІОНІКИ ВЕРТОЛЬОТІВ МІ-2 ТА МІ-8 ДОДАТКОВОЮ ІНДИКАЦІЄЮ ПОЛЬОТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Безпека польотів є комплексним поняттям, що стосується всієї авіаційної транспортної системи, що визначає здатність виконувати польоти без загрози для життя і здоров'я людей. Натепер широко застосовуються пристрої, що сигналізують про небезпечні зближення вертольоту з перешкодами, сигнали, які перетворюються у відповідні звукові та візуальні попередження. Їх розвиток іде насамперед у напрямку підвищення точності вимірювань і швидкості змін показників датчиків. З технічної точки зору раннє попередження критичних ситуацій здійснюється шляхом виведення на екран багатофункціонального індикатора даних, що потребує часу на сприйняття інформації пілотом вертольоту. Тому нині існує актуальна науково технічна задача модернізації авіоніки вертольотів додатковою індикацією польотної інформації. Як відомо, основними типами для виконання авіаційних робіт, у тому числі під егідою ООН, у країнах африканського континенту є вертольоти типів Мі-2 та Мі-8. Щоб вирішити та поліпшити ергономічну ситуацію, запропоновано становити на вищевказані прилади (показник швидкості, висотомір) підсвічування, яке буде безпосередньо зв'язана з додатковими приладами раннього попередження критичних ситуацій. Авіаційні компанії, що експлуатують вертольоти, безумовно, підтримують політику ООН щодо підвищення безпеки польотів, виконують вимоги щодо закупівель та установки на вертольоти компанії додаткового обладнання для відповідності вимогам, підвищення рівня безпеки польотів та конкурентоздатності. Але, як показала практика та досвід експлуатації, наявність додаткового обладнання раннього попередження критичних ситуацій під час польоту на ПС не є гарантією безпеки польоту. У даній роботі обґрунтовано необхідність подальшої модернізації авіоніки вертольотів додатковою індикацією польотної інформації. Запропоновано створення додаткової світлодіодної індикації систем раннього попередження критичних ситуацій під час пілотування вертольотом.

Ключові слова: *індикація, авіоніка вертольотів, модернізація авіоніки, безпека польотів, людський фактор.*

Постановка проблеми. Безпека польотів є комплексним поняттям, що стосується всієї авіаційної транспортної системи. Вона визначає здатність виконувати польоти без загрози для життя і здоров'я людей.

Вітчизняна аеронавігаційна система функціонує майже на максимумі своїх можливостей. Інтенсивність руху в повітряному просторі призводить до того, що використовувані для керування повітряним рухом методи [1] не відповідають вимогам економічності виконання польотів.

Нині широко застосовуються пристрої, що сигналізують про небезпечні зближення вертольоту з перешкодами, сигнали, які перетворюються у

відповідні звукові та візуальні попередження. Їх розвиток іде насамперед у напрямку підвищення точності вимірювань і швидкості змін показників датчиків.

З технічної точки зору раннє попередження критичних ситуацій здійснюється шляхом виведення на екран багатофункціонального індикатора даних, що потребує часу на сприйняття інформації пілотом вертольоту.

Тому натепер існує актуальна науково-технічна задача модернізації авіоніки вертольотів додатковою індикацією польотної інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз останніх досліджень і публікацій [1–9] показав, що на даний час широко застосовуються пристрої, що сигналізують про небезпечні зближення вертольоту з перешкодами, сигнали, які перетворюються у відповідні звукові та візуальні попередження. Водночас ці системи постійно вдосконалюються, враховуючи аспекти ергономіки та психофізичних властивостей пілотів. Проте натепер, з технічної точки зору, не було досягнуто рішення раннього попередження критичних ситуацій, що потребувало б мінімального часу для сприйняття інформації пілотом вертольоту.

Постановка завдання. Метою статті є обґрунтування модернізації авіоніки вертольотів додатковою індикацією польотної інформації.

Виклад основного матеріалу дослідження. Безпека польотів та авіаційна безпека відіграють першорядну роль у функціонуванні та розвитку міжнародного повітряного транспорту.

За даними Міжнародної організації цивільної авіації, відносні показники рівня безпеки польотів у вітчизняній галузі цивільної авіації значно гірші від середніх загальносвітових показників. Проблема безпеки перевезень авіаційним транспортом дуже важлива, тому що вона пов'язана зі значними збитками соціального та економічного характеру. Моральні збитки у зв'язку з травматизмом чи загибеллю людей, втрата іміджу авіатранспортних підприємств, утрата підготовлених фахівців і необхідність їх заміни в суспільстві, економічні збитки, пов'язані з необхідністю відшкодування наслідків авіапригод, розроблення та реалізація заходів із запобігання причин транспортних пригод тощо являють собою складники цих втрат [4].

Питання забезпечення безпеки польотів актуальні до тих пір, поки експлуатуються літальні апарати самого різного призначення, зокрема й повітряні судна цивільної авіації. У зв'язку з цим відбувається постійне вдосконалення конструкції повітряних суден, методів і способів їх експлуатації, підготовки екіпажів, проблеми льотної придатності, живучості повітряних суден, безпеки повітряного руху, що постійно залишається в полі зору представників експлуатуючих підприємств і наукових установ. Дані процеси найгостріше позначають проблему браку нових способів управління процесами забезпечення безпеки польотів, визначення загроз та відповідних джерел небезпеки авіаперевезень, а отже, продовжуватимуть ставати все більш актуальними.

Проблема безпеки польотів, незважаючи на стрімкий науково-технічний прогрес у галузі авіаційної техніки, набула в наш час виключної соціальної гостроти. Це пояснюється кількістю та характером аварій і катастроф.

Так, щорічно з 2000 по 2009 роки в середньому відбувалася 31 авіаційна подія, в яких гинуло по 810 чоловік. Згідно з даними, що надійшли до НБРЦА (Національного бюро з розслідування авіаційних пригод та інцидентів з цивільними повітряними суднами), у 2017 році під час експлуатації цивільних повітряних суден (ПС) України з виконання пасажирських та вантажних перевезень, здійснення авіаційних робіт, навчально-тренувальних польотів та експлуатації ПС авіації загального призначення, що внесені в Державний реєстр цивільних ПС, сталися [5; 9]:

– 5 катастроф (2 з яких – під час виконання авіаційних робіт та учбово-тренувальних польотів та 3 – з ПС авіації загального призначення);

– 3 аварії;

– 4 серйозних інциденти;

– 41 інцидент;

– 1 пошкодження ПС на землі.

Крім того, тільки за аналізований період сталося 2 катастрофи, в яких загинуло 2 особи під час виконання несанкціонованих приватних польотів, які не внесено до Державного реєстру цивільних ПС. У 2017 році на території України сталося 64 події з іноземними цивільними повітряними суднами. У зв'язку з цим із кожним роком вимоги щодо забезпечення безпеки польотів ПС цивільної авіації стають все вище і вище.

Як відомо, основними типами для виконання авіаційних робіт, у тому числі під егідою ООН, у країнах африканського континенту є вертольоти типів Мі-2 та Мі-8 [6].

Вимоги ООН до авіаційної техніки і персоналу, які працюють за контрактами цієї організації, за короткий проміжок часу зросли в рази. Цей факт має під собою обґрунтування, оскільки число ПС різних операторів зросла, і пропорційно зросла кількість авіаційних пригод, небезпечних зближень

у повітрі, в тому числі й катастроф, пов'язаних із зіткненням ПС із земною поверхнею і штучними перешкодами на ній.

Основним способом подання інформації екіпажу є індикація за допомогою різних приладів, сигналізаторів і електронних індикаторів, які розміщують на панелях приладів у кабіні екіпажу.

Незважаючи на велику різноманітність літальних апаратів існують загальні правила розташування індикаційних пристроїв на панелях приладів відповідно до виду на дисплеї інформації.

Натепер розроблено багато різних способів індикації інформації, і вибір відповідного для конкретного випадку способу часто є непростим завданням.

На сучасних ПС головним засобом індикації стали електронні індикатори. На відміну від традиційного приладу, ідентифікують 1–2, максимум 5–8 параметрів на екрані електронного індикатора, можуть відтворюватись десятки параметрів і сигналів, змінюючи один одного за необхідністю. Така гнучкість поряд із хорошими ергономічними якостями, високою надійністю, ефективністю за багатьма критеріями (наприклад, за масою, габаритами, вартістю, споживаною потужністю) призвела до того, що нині електронні індикатори захопили всі головні ролі в кабіні, відтіснивши традиційні прилади й сигналізатори на периферію робочої зони як додаткові й резервні.

Для індикаторів з великим екраном, в яких в основному використовуються комерційні рідкокристалічні панелі, досягнення необхідного рівня яскравості проблематично. Максимальна яскравість комерційних панелей сягає близько 300 кд/м^2.

Характеристики яскравості бортового індикатора повинні враховувати не тільки можливий рівень освітленості в площині приладової дошки, але й ту обставину, що пілот постійно переводить погляд між позакабінним простором та індикатором. За умови яскравого сонячного випромінювання для розрізнення інформації на екрані після переведення погляду на бортову індикацію потрібна акомодація очей. Щоб скоротити час акомодації, індикатор повинен забезпечувати дуже високу яскравість. Дослідження в приміщенні з природним освітленням показали, що під час переведення погляду на екран індикатору залежність часу періоду акомодації від яскравості зображення має явно виражений характер: за яскравості більше 750 кд/м^2 помітного скорочення часу акомодації не спостерігається.

Для умов авіаційного застосування подібні дослідження також проводяться, й відомі попередні результати, згідно з якими мінімальний час акомодації спостерігається за яскравості індикатора порядку 1200-1370 кд/м^2.

Вночі рівень яскравості індикатора повинен бути зовсім іншим, зазвичай потрібно 0,35 кд/м^2, якщо не використовуються окуляри нічного бачення, і 1 кд/м^2, якщо використовуються. Бажано, щоб мінімальна межа яскравості була на рівні 0,1 кд/м^2.

Оскільки в поле зору пілота можуть потрапляти предмети з різною яскравістю, то в інженерній психології вводиться поняття адаптованої яскравості. Під нею розуміють ту яскравість, на яку адаптований (налаштований) у даний момент часу зоровий аналізатор. Приблизно можна вважати, що для зображень із прямим контрастом адаптована яскравість дорівнює яскравості фону, а для зображення зі зворотним контрастом – яскравості предмета.

Авіаційні компанії, що експлуатують вертольоти, безумовно, підтримують політику ООН щодо підвищення безпеки польотів і виконують вимоги щодо закупівель та установки на вертольоти компанії додаткового обладнання для відповідності вимогам, підвищення рівня безпеки польотів та конкурентоздатності [7]. Але, як показала практика та досвід експлуатації, наявність додаткового обладнання раннього попередження критичних ситуацій під час польоту на ПС не є гарантією безпеки польоту.

Результати попередніх досліджень показали, що в полі зору виділяють три зони: центрального зору, де можливо найбільш чітке розрізнення деталей; ясного бачення, де в разі нерухомого ока можна впізнати предмет без різних дрібних деталей; периферичного зору, де предмети виявляються, але не розпізнаються.

Вважається, що в кабіні ПС без повороту голови і очей зона спостереження пілота, в якій він може ясно бачити, обмежується тілесним кутом 10°. З поворотом очей і, як виняток, голови розмір зони спостереження збільшується до кутів 31° вліво/вправо і 23 вгору/вниз. З поворотом голови і нахилом тулуба зона спостереження збільшується до 53° вліво/вправо, 42° вгору і 57° вниз. Часто зустрічається таке завдання в діяльності пілота, як інформаційний пошук – знаходження на індикаторі об'єкта із заданими ознаками. Такими ознаками може бути миготіння, особлива форма або колір об'єкта, відхилення стрілки за допустиме значення тощо. Час пошуку займає десяті частки секунди, наприклад, пошук позначки на екрані РЛС – 0,37 с, читання букви або цифри – 0,31 с, пошук простих геометричних фігур – 0,2 с. Час розпізнавання реального предмета становить близько 0,4 с, час

розпізнавання зображення – 0,9 с для кольорового зображення і 1,2 с – для чорно-білого. Час сприйняття показань приладів становить 0,2–0,8 с. Час візуального визначення положення ЛА в просторі становить у середньому 1,35 с, за приладами – 1,55 с [8].

Розглянемо компонування приладових дошок для самого поширеного випадку – ПС із двома пілотами, а саме три приладових дошки КПІ – комплексний пілотажний індикатор, КІНО – комплексний індикатор навігаційної інформації, КІСС – комплексна інформаційна система сигналізації.

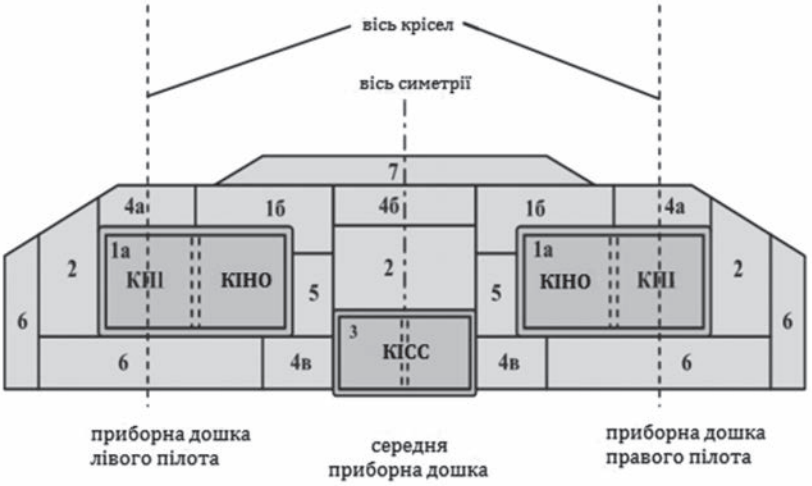

Рис. 1. Зони розміщення індикаторів на приборних дошках

Навпроти кожного пілота в зонах 1а розміщуються основні пілотажно-навігаційні прилади. У зонах 1б розміщуються інші пілотажно-навігаційні прилади.

На панелях приладів вертольотів лівого і правого пілотів розміщується по одному примірнику таких приладів: радіовисотомір, вказівник числа М, вказівник істинної повітряної і путньої швидкостей, вказівник повороту і ковзання, комбінований покажчик кута атаки і перевантаження, дублюючий висотомір, вказівник висоти у футах, індикатор курсових кутів, індикатор дальності, годинник, індикатори висіння і малих швидкостей [9].

На середній приладовій дошці в зоні 2 розміщуються резервні пілотажно-навігаційні індикатори: авіагоризонт, навігаційний індикатор або комбінований пілотажно-навігаційний дублер, висотомір, вказівник приладової швидкості, варіометр.

У зоні 3 розташовують індикатори параметрів силової установки: вказівник положення важелів паливних насосів, тахометри, покажчик температури вихідних газів, покажчик миттєвої витрати палива, вказівник сумарного запасу палива, покажчик тиску масла, покажчик температури масла, покажчик тиску палива перед форсунками, покажчик рівня вібрації, покажчик тиску підкачки, покажчик запасу палива в баках. Для вертольотів у цю групу додатково входять покажчик обертів і кроку гвинтів, прилади контролю трансмісії [8].

У зонах 4а, 4б, 4в розміщують попереджуючі аварійні світлосигналізатори.

У зоні 5 встановлюють прилади контролю положення тримерів (поперечного, поздовжнього і ножного) і параметрів випускних пристроїв.

У зонах 6 розташовують індикатори систем ПС. Для кисневої системи ці прилади дублюються у кожного пілота, індикатори інших систем (паливної, кондиціонування, протипожежної, противозледеніння, електропостачання, гальма тощо) можуть бути загальними, якщо вони видимі обома пілотами.

У зоні 7 знаходяться засоби управління пілотажно-навігаційним комплексом (пульт систем автоматичного управління).

Найбільша увага пілота концентрується на приборних дошках зони 1а, 1б, та 2. У цих зонах встановлені важливі для пілотування прилади, на які пілот автоматично звертає увагу. До таких приладів відносять висотомір, покажчик швидкості [9].

Отже, щоб вирішити та поліпшити ергономічну ситуацію, ми пропонуємо встановити на вищевказані прилади (показник швидкості, висотомір) підсвічування, яке буде безпосередньо зв'язане з додатковими приладами раннього попередження критичних ситуацій вертольотів типів Мі-2 та Мі-8 [7; 9].

Висновки. 1. У даній роботі обґрунтовано необхідність подальшої модернізації авіоніки вертольотів типів Мі-2 та Мі-8 додатковою індикацією польотної інформації.

2. Запропоновано створення додаткової світлодіодної індикації систем раннього попередження критичних ситуацій під час пілотування вертольотів типів Мі-2 та Мі-8.

Список літератури:

1. Безпека авіації / В.П. Бабак та ін. Київ : Техніка, 2004. 584 с.
2. Гофманн-Велленгоф Б., Легат К, Візер М. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування ; пер. з англ. за ред. Я.С. Яцківа. Львів : Львів. нац. ун-т імені Івана Франка, 2006. 443 с.
3. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Авиационная электросвязь: Приложение № 10 к Конвенции о международной гражданской авиации. ICAO, 1995. Т. IV: Системы обзорной радиолокации и предупреждений столкновений. 208 с.
4. Остроумов І.В. Недосконалість систем відображення повітряної обстановки навколо літака. *Авіа-2006 :* Міжнар. наук.-техн. конф., 25–27 вересня 2006 р. : матеріали конференції. Київ, 2006. С. 21.29–21.32.
5. Харченко В.П., Остроумов І.В. Авіоніка : навч. посіб. Київ : НАУ, 2013. 272 с.
6. Харченко В.П., Ю.В.Зайцев. Аеронавігація : навч. посіб. Київ : НАУ, 2008. 272 с.
7. Modern aspects of helicopters' modernization. Monograph / S.M. Boiko et al. Warsaw : iScience Sp. z.o.o., 2020. 140 p.
8. Myron Kayton, Walter R. Fried. Avionics navigation systems. Wiley Interscience, John Wiley &Sons. Inc. New York., 1997. 800 p.
9. Impact of Supply Voltage Change on the Energy Performance of Boost Quasi-Resonant Converter for Radioelectronic Equipment Power Supplies / O. Gorodniy et al. Modern Electrical and Energy Systems (MEES), 2017. P. 232–235.

Boiko S.M., Stushchansky Yu.V., Hebda A.S., Golovanov S.L., Shakhova O.V.

ASPECTS OF MODERNIZATION OF MI-2 AND MI-8 HELICOPTERS AIRCRAFT WITH ADDITIONAL INDICATION OF FLIGHT INFORMATION

Flight safety is a complex concept that applies to the entire aviation transport system. It determines the ability to fly without endangering human life and health. Currently, widely used devices that signal the dangerous approach of the helicopter with obstacles, the signals of which are converted into appropriate audible and visual warnings. Their development is mainly in the direction of improving the accuracy of measurements and the rate of change of sensors. From a technical point of view, early warning of critical situations is carried out by displaying a multifunctional data indicator, which takes time for the perception of information by the pilot of the helicopter. Therefore, at present there is an urgent scientific and technical problem of modernization of avionics of helicopters with additional indication of flight information. As you know, the main types of aviation work, including under the auspices of the UN, in the countries of the African continent are helicopters type Mi-2 and Mi-8. To solve and improve the ergonomic situation, it is proposed to install lighting on the above devices (speed indicator, altimeter), which will be directly related to additional devices for early warning of critical situations. Helicopter airlines unequivocally support the UN's policy to improve flight safety and meet the requirements for the procurement and installation of additional equipment on the company's helicopters to meet the requirements, increase flight safety and competitiveness. However, as practice and experience have shown, the availability of additional equipment for early warning of critical situations during the flight on the aircraft is not a guarantee of flight safety. This paper substantiates the need for further modernization of helicopter avionics with additional indication of flight information. It is proposed to create an additional LED indication of early warning systems for critical situations during helicopter piloting.

Key words: *indication, helicopter avionics, avionics modernization, flight safety, human factor.*