

Висновок. Зміна хімічного складу води на ЗПС впливає на роботу гідростатичного пневмометричного датчика значно менше ніж на електричні датчики. Зміни показань пов'язані зі зміною поверхневого напруження рідини σ і можуть враховуватися залежністю (5). Правильність прийнятої моделі виявлення впливу поверхневого напруження рідини σ на показання гідростатичного пневмометричного датчика підтвердилася дослідженнями – розходження розрахунків із досліджуваними даними не перевищують 8,6 %.

Присутність у воді хімреагенту-карбаміду концентрацією до 25 %, не впливає на показання гідростатичного пневмометричного датчика. Вплив інших хімреагентів на роботу датчика може оцінюватися з допомогою запропонованої залежності (5).

Список літератури

1. Кривенко Ю.М. Дистанційний контроль стану поверхні злітно-посадкових смуг // Вісн. НАУ. – 2002. – Вип. 1(12) – С. 188–192.
2. А. с. SV, 1125473 А, G01F 23/14. Датчик глубины слоя жидкости на поверхности покрытия (КИИГА) / Ю.М. Кривенко, Л.Н. Андрущак. Заявлено 22.04.83. Опубл. 23.11.84, Бюл. № 43.
3. Наставление по аэродромной службе в гражданской авиации СССР (НАС ГА-86). – М.: Воздуш. транспорт, 1987. – 287 с.
4. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Аэродромы. Приложение 14 к Конвенции о Международной гражданской авиации. Т. 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов // ИКАО. – 1990. – 283 с.
5. Бобровников Г.Н., Катков А.Г. Методы измерения уровня. – М.: Машиностроение. 1977. – 167 с.
6. Справочник физико-химических величин. – М.: Химия, 1967. – 181 с.
7. Кривенко Ю.М. Втрати тиску при вдуванні газу в рідину // Вибрации в технике и технологиях. – 2003. – Вип. 4(30). – С. 94–96.

Стаття надійшла до редакції 05.11.02.

0571-511.0-021.1
УДК 656.71.057.004.15(045)

надійшла до редакції
система світлосигнальна

О.Ф. Шишков, техн. дир.

(Державний міжнародний аеропорт Бориспіль)

С.С. Дев'яткіна, асп.

(Національний авіаційний університет)

С.Г. Ванецян, канд. техн. наук, доц.

(Національний авіаційний університет)

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ ПІДСИСТЕМ СВІТЛОСИГНАЛЬНИХ СИСТЕМ АЕРОДРОМІВ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

Запропоновано новий науковий підхід до визначення критеріїв працездатного стану підсистем світлосигнальних систем аеродромів цивільної авіації. Використання цього підходу дозволяє теоретично визначати та обґрунтовувати кількісні значення критеріїв працездатного стану різних підсистем світлосигнальної системи аеродрому.

Світлосигнальна система аеродрому (ССА) є єдиним джерелом візуальної інформації для пілота повітряного судна (ПС), що забезпечує зліт, захід на посадку, посадку, пробіг і руління ПС на етапі візуального пілотування в складних метеоумовах (СМУ) вдень і вночі.

За умови правильного функціонування ергатичного комплексу “екіпаж – ПС” і наземного радіотехнічного обладнання забезпечення польотів надійність ССА є основним чинником, що визначає рівень безпеки польотів на етапі візуального пілотування в СМУ.

У нормативних документах цивільної авіації України, Міждержавного авіаційного комітету, матеріалах ІКАО сформульовано тільки якісні вимоги до надійності ССА, виконати і перевірити виконання яких на практиці досить важко.

Актуальність проблеми надійності ССА додатково підтверджується тим, що в російських нормативних документах відсутні нормовані показники надійності для світлосигнального об-

ладнання, однак існують нормовані показники, які можна прийняти за показники надійності для наземного радіотехнічного обладнання. Визначення, оцінка, нормування і забезпечення надійності обладнання, яке безпосередньо впливає на рівень безпеки польотів, є актуальною задачею, і одночасно демонструє повну відсутність яких-небудь наукових досліджень для вирішення цієї проблеми стосовно до ССА.

Знання показників надійності ССА та підсистем ССА (ПССА) необхідно на всіх етапах її життєвого циклу, тому що ССА на етапі візуального пілотування безпосередньо впливає на рівень безпеки польотів ПС. Отже, визначення, нормування, контроль і забезпечення показників надійності на всіх етапах життєвого циклу ССА є обов'язковою умовою забезпечення нормованих рівнів безпеки польотів на етапі візуального пілотування в СМУ вдень і вночі.

Відсутність у нормативних документах вимог щодо показників надійності ССА та ПССА можливо пояснити двома причинами. Перша причина – відсутність чітко сформульованих і науково обґрунтованих критеріїв відмови ССА в різних метеоумовах, без яких неможливо розробити кількісний опис надійності ССА, проводити визначення і нормування її показників. Формулювання критерію відмови ССА є складною науково-дослідною задачею, адже ССА є багатоеlementною неоднорідною топологічною системою зі складними критеріями станів. Друга причина – відсутність методик визначення, оцінки і нормування показників надійності ССА різних категорій.

Визначення, оцінка і нормування показників надійності ССА на всіх етапах її життєвого циклу є складною науково-дослідною задачею, розв'язання якої неможливо без чітко сформульованих, науково обґрунтованих і однозначних критеріїв її відмови.

Критерій відмови ССА – це ознака чи сукупність ознак, що визначають відмову ССА в різних метеоумовах. У роботі [1] уперше було докладно проаналізовано критерії відмов для ПССА різних категорій у різних метеорологічних умовах, що викладено в роботах [2; 3; 4], і зроблено аргументований висновок про доцільність використання як критеріїв відмови ПССА, рекомендацій ІКАО щодо технічного обслуговування категоризованих ССА. Фактично ці рекомендації покладено в основу критеріїв відмови ССА в зарубіжних нормативних документах [5; 6].

Новий підхід до розв'язання проблеми наукового обґрунтування і підтвердження можливості використання критеріїв відмови ПССА, що рекомендуються ІКАО, запропоновано тільки після розробки методик визначення надійності ССА.

Запропонований підхід не вимагає проведення тренажерних і натурних експериментів, які вимагають великих матеріальних та технічних витрат, і частково базується на тому, що рекомендації ІКАО щодо критеріїв відмови ПССА ґрунтуються на результатах наукових досліджень і експериментів. Фактично передбачається отримати додаткові науково обґрунтовані аргументи на користь можливості використання рекомендацій ІКАО щодо критеріїв відмови ССА як нормованих критеріїв для ССА України.

Суть запропонованого підходу до розв'язання проблеми полягає в тому, що на підставі методики визначення показників надійності ССА та ПССА, проводиться перевірка об'єктивної можливості забезпечення нормованих, виходячи з рівня безпеки польотів, показників надійності ССА при прийнятих критеріях її відмови і показниках надійності елементів ССА, які у цей час об'єктивно забезпечуються виробниками світлосигнального обладнання аеродромів. Цей підхід не вимагає проведення тренажерних або натурних експериментів і може бути реалізований на підставі досліджень, наведених у роботах [1; 7]. Якщо відповідь буде позитивною, то можна зробити висновок про офіційне прийняття критеріїв, що рекомендуються ІКАО як критерії відмови ССА та ПССА, із занесенням їх у відповідні нормативно-технічні документи.

Якщо ж відповідь буде негативною, то необхідно ставити питання про пом'якшення рекомендацій ІКАО щодо критеріїв відмови ССА або необхідність використання елементів ССА з більш високими значеннями показників надійності, ніж ті, які існують сьогодні, або розробляти заходи щодо підвищення показників надійності ССА та ПССА, наприклад, використання засобів автоматичного контролю стану елементів ССА, резервування ненадійних елементів та ін.

Логічно припустити, що відсутність об'єктивної можливості досягнення нормованих, виходячи з критерію безпеки польотів, показників надійності ССА при використанні в них сучасних елементів однозначно свідчить про неправильно сформульовані критерії відмови ССА та ПССА.

Світлосигнальна система аеродрому складається з певної кількості підсистем і системи керування. Кожна з підсистем, у свою чергу, підрозділяється на підсистему аеродромних вогнів (ПАВ) і підсистему електропостачання аеродромних вогнів (ПЕАВ). Відмови ПАВ і ПЕАВ вважаються незалежними. Отже, ймовірність безвідмовної роботи ПССА $P_{ПССА}(t)$ за час між двома перевірками її технічного стану (12 год) визначають як добуток імовірностей безвідмовної роботи елементів, що входять до її складу:

$$P_{ПССА}(t) = P_{ПАВ}(t)P_{ПЕАВ}(t),$$

де $P_{ПАВ}(t)$ – імовірність безвідмовної роботи ПАВ за час t ; $P_{ПЕАВ}(t)$ – імовірність безвідмовної роботи ПЕАВ за час t .

Імовірність безвідмовної роботи ССА за час t визначають, як добуток імовірностей безвідмовної роботи всіх підсистем і системи керування за цей проміжок часу:

$$P_{ССА}(t) = \prod_{i=1}^N P_{ПССА_i}(t)P_{СК}(t),$$

де N – кількість підсистем, які входять до складу ССА; $P_{СК}(t)$ – імовірність безвідмовної роботи системи керування за час t .

Оскільки кількість елементів у підсистемах різна, критерії відмови задаються для кожної з підсистем окремо. Ймовірність безвідмовної роботи ПССА за певний проміжок часу визначається показниками надійності ПАВ як найменш надійної з двох підсистем. Тому надалі будемо розглядати тільки ПАВ.

У рекомендаціях ІКАО існують два критерії відмови ПССА – кількісний та топологічний.

Підсистема ССА знаходиться в непрацездатному стані, якщо відмовила більша ніж максимальна припустима кількість вогнів K (кількісний критерій).

Підсистема ССА знаходиться в непрацездатному стані, якщо відмовила більша ніж максимальна припустима кількість суміжних вогнів M (топологічний критерій).

Кількісне значення критерію відмови K задається для кожної з підсистем окремо, а значення M для більшості підсистем дорівнює двом, тобто не припускається відмова двох суміжних вогнів за винятком підсистем осьових та бокових вогнів злітно-посадкової смуги, де така відмова дозволяється.

Для визначення ймовірності безвідмовної роботи ПАВ за час t , який враховує обидва критерії відмови, скористаємося виразом, наведеним у роботі [7], і побудуємо залежність імовірності безвідмовної роботи ПАВ за 12 год від значення кількісного критерію відмови – $P_{ПАВ}(K)$.

Імовірність безвідмовної роботи ПАВ за час функціонування $P_{ПАВ}(t)$ знаходиться за формулою

$$P_{ПАВ}(t) = \sum_{i=1}^K C_{N_{ПАВ}-i}^i P_{ПАВ}(t)^{N_{ПАВ}-i} Q_{ПАВ}(t)^i,$$

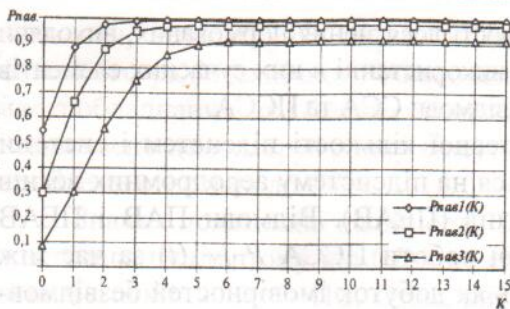
де $N_{ПАВ}$ – загальна кількість вогнів у підсистемі; $P_{ПАВ}(t)$ – імовірність безвідмовної роботи аеродромного вогню за проміжок часу між двома перевірками їх технічного стану – 12 год.; $Q_{ПАВ}(t)$ – імовірність відмови аеродромного вогню за час t .

Наприклад, візьмемо, підсистему вогнів зони приземлення ССА, яка експлуатується в аеропорті Бориспіль. Для різних значень показника середнього часу напрацювання на відмову одного вогню побудуємо три функції $P_{ПАВ}(K)$. Кількість вогнів у підсистемі – 60 штук.

Графік функцій $P_{ПАВ1}(K)$, $P_{ПАВ2}(K)$, $P_{ПАВ3}(K)$ наведено на рисунку.

На графіку побудовано три криві. Для кривої $P_{ПАВ1}(K)$ середній час напрацювання до відмови аеродромних вогнів дорівнює 1200 год, для кривої $P_{ПАВ2}(K)$ – 600 год і для кривої $P_{ПАВ3}(K)$ – 400 год.

При малих значеннях кількісного критерію відмови K імовірність безвідмовної роботи підсистеми мала. У разі збільшення K імовірність безвідмовної роботи підсистеми збільшується, після певного значення K_{opt} залишається постійною і не змінюється під час подальшого збільшення K .



Графік імовірності безвідмовної роботи ПАВ за 12 год як функції значення кількісного критерію відмови K з урахуванням топологічного критерію

топологічний критерій, тобто зі збільшенням максимально припустимої кількості вогнів, що відмовили, збільшується ймовірність утворення пари суміжних вогнів, що відмовили, і це компенсує ріст $P_{Пав}(K)$, яка в результаті залишається незмінною.

З графіка видно, що для вогнів з $T_0=1200$ год $K_{opt} = 4$ вогні (7% від загальної кількості вогнів), для вогнів з $T_0 = 600$ год $K_{opt} = 5$ вогнів (9%), а для вогнів з $T_0 = 400$ год $K_{opt} = 7$ вогнів (12%).

У документах ІКАО рекомендоване значення кількісного критерію для вогнів зони приземлення становить 10% від їх загальної кількості.

Отже, при розглянутих значеннях середнього часу напрацювання на відмову 1200 та 600 год, задання K , більшого ніж 10% від загальної кількості вогнів, не має сенсу, оскільки не призводить до зростання ймовірності безвідмовної роботи системи за 12 год. Задання K , меншого ніж 10% від загальної кількості вогнів, призведе до невиправданого завищення критерію працездатного стану підсистеми, який буде важко забезпечити. Такі ж самі результати було отримано по кожній із підсистем, які входять до складу ССА. Для всіх ПССА значення K_{opt} збігається зі значенням кількісного критерію відмови, рекомендованим у матеріалах ІКАО.

Відповідно до отриманих результатів можна зробити висновок про можливість не тільки використання критеріїв, що рекомендуються ІКАО для світлосигнальних систем аеродромів, але й їх зменшення для деяких ПССА.

Отримані результати можуть знайти широке застосування під час вибору різних елементів ССА. На сучасному ринку світлосигнального обладнання є велика кількість, здебільшого, іноземних фірм-виробників, що пропонують свою продукцію. Ціни на цю продукцію коливаються в широкому діапазоні. Наприклад, ціна на елементи світлосигнального обладнання (вогні, регулятори яскравості, кабель) залежить прямо пропорційно від їх показників надійності, а саме – середнього часу напрацювання до відмови T_0 .

Однак дані графіка дозволяють вибрати елементи з такими показниками надійності, що у комплексі будуть задовольняти нормований рівень надійності системи. При цьому вибір дорогих, але більш надійних елементів позбавлений усякого розуміння, тому що збільшення вартості не дає вигаду в надійності.

На цей час у більшості вітчизняних аеропортів світлосигнальне обладнання експлуатується за межами терміну служби, гарантованого заводом-виробником, і незабаром вимагатиме заміни. Проблема вибору світлосигнального обладнання у разі обмежених матеріальних коштів аеропорту є досить трудомісткою задачею, розв'язком якої може стати методика вибору елементів світлосигнального обладнання аеропортів за оптимальним співвідношенням "ціна – якість", розроблена на підставі результатів, отриманих у проведеному дослідженні.

Висновок. Запропонований новий підхід до визначення критеріїв працездатного стану ПССА полягає в перевірці можливості застосування критеріїв ІКАО при певних значеннях показників надійності елементів ПССА, які використовують у вітчизняних аеропортах.

За побудованими графіками залежності ймовірності безвідмовної роботи ПАВ за час t від значення K отримано значення кількісного критерію відмови для ПССА, що збігається з критеріями ІКАО.

У разі визначених показників надійності елементів ПССА збільшення значення K (кількісного критерію) не призводить до збільшення ймовірності безвідмовної роботи ПССА через вплив топологічного критерію, отже, слід задавати значення кількісного критерію, яке дорівнює K_{opt} .

Визначення надійності конкретної ССА з використанням критеріїв ІКАО показало, що ССА спроможна забезпечити нормований рівень безпеки польотів ПС, що свідчить про можливість виконання критеріїв відмови ПССА, рекомендованих ІКАО, і прийняття їх за офіційні критерії відмови ПССА для України з занесенням у відповідні нормативні документи.

Список літератури

1. Ванецян С.Г., Ванецян А.С. Новые критерии работоспособного состояния светосигнальных систем аэродромов // Вісн. КМУЦА. – 2000. – №1–2. – С. 226–228.
2. Авиационные правила. Ч. 170. Сертификация аэродромов. Т. 2. Сертификационные требования к оборудованию аэродромов и воздушных трасс. – М., 1997. – 80 с.
3. Наставление по электросветотехническому обеспечению полетов в гражданской авиации СССР (НАЭСТОП ГА-86). – М.: Транспорт, 1987. – 127 с.
4. Аэродромы. Приложение 14 к Конвенции о Международной гражданской авиации: В 2 т. – 3-е изд. – Т. 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов. 1999. – Июль. – 206 с.
5. Руководство по электросветотехническому обеспечению полетов в гражданской авиации РФ (РУЭСТОП ГА-95). – М.: Триада. ЛТД, 1995. – 95 с.
6. Joint Aviation Requirements JAR-OPS 1. Commercial Air transportation (Aeroplanes). Amendment 4. – 2002, 1 July.
7. Дев'яткіна С.С. Методика визначення показників надійності категоризованих світлосигнальних систем аеродромів // Вісн. НАУ. – 2002. – №1. – С. 193–197.

Стаття надійшла до редакції 18.12.02.

Н 761.106.4-049 + Н 761.1 (4чкр) + з 324-5

УДК 628.17:681.2.082

водомер, расходомер
измерение расхода воды
всдоснабженце коммунальное
—//— Украина
—//— горьковский

В.В. Матиборський, канд. техн. наук, доц.
(Національний авіаційний університет)

М.Б. Смирнітьська, канд. техн. наук, доц.
(Українська інженерно-педагогічна академія)

ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ОБЛІКУ ВТРАТ ВОДИ В СИСТЕМАХ МІСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Проведено аналіз роботи пристроїв виміру витрати води на різних етапах переробки і використання. Показано можливість використання електричного витратоміра для обліку втрат води в системах міського водопостачання і водовідведення.

Завдання охорони водного середовища і контролю її параметрів на всіх рівнях – глобальному, регіональному, локальному – з кожним роком усе частіше висувуються на передній план. Незважаючи на успіхи в охороні водного середовища, досягнуті ціною досить значних матеріальних витрат, стан майже половини рік басейну Дніпра, основного постачальника води для господарських потреб населення, є катастрофічним, а серед інших немає ні однієї, стан якої можна було б класифікувати як задовільний. Воду забруднюють скидання промислових виробництв, стічні води міських колекторів, тваринницьких комплексів та ін. Вони перетворили Дніпро в розведені стоки третьої категорії. Традиційна стратегія контролю забруднень розглядає усі відходи як вихідний матеріал, намагаючись знайти спосіб їхнього розміщення в природі або зменшення ефекту їхнього впливу на навколишнє середовище, й у цьому зв'язку контроль обсягів стічних вод поряд із технікою і технологією їхнього очищення є сьогодні одними з найважливіших галузей народного господарства.

Актуальною проблемою будь-якого регіону України залишається проблема водопостачання і водовідведення населених пунктів, реалізація державного моніторингу вод.