

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра авіоніки

**ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри**

_____ Павлова С.В.
“ ” _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ
“МАГІСТР”**

Тема: «Ергономічні чинники при проектуванні авіаційних приладів»

Виконавець: Царьов Андрій Олександрович

Керівник: доц. Ситник Олександр Георгійович

Нормоконтролер: Левківський В.В

Київ 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. СКЛАДНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ДОШКИ ПІЛОТІВ З МЕТОЮ УТОЧНЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬОТУ З ПОЗИЦІЇ ЕРГОНОМІКИ.....	
1.1. Контроль цифрового авіаційного обладнання (АО).....	
1.2. Контроль аналогового АО.....	
1.3. Зменшення високої вартості експлуатації АО.....	
1.4. Впровадження дворівневої концепції обслуговування.....	
1.5. Математичні основи процесів експлуатації	
1.5.1. Випадкові величини, їх закони та функції розподілу.....	
1.5.2. Числові характеристики випадкової величини.....	
1.6. Основні терміни та визначення з надійності техніки згідно державних стандартів України.....	
1.7. Довговічність, ремонтпридатність і збережуваність авіаційної техніки.....	
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕРГОНОМІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ КОМПОНУВАННЯ ДОШКИ ПІЛОТІВ З МЕТОЮ УТОЧНЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬОТУ.....	
2.1 Дослідження впливу параметрів діагностичного процесу на достовірність діагностичних параметрів.....	
2.2. Характеристики діагностичних параметрів авіоніки.....	
2.3. Достовірність діагностики при вимірюванні одного параметру.....	
2.4. Вплив кількості контрольованих параметрів на достовірність діагностики системи.....	
2.5. Взаємозв'язок між допуском на параметр D , точністю вимірювання σ і помилками контролю a і b	
2.6. Методи підвищення достовірності діагностування авіоніки.....	
2.7 Основні елементи математичної статистики.....	

РОЗДІЛ 3. ОСНОВИ ЗАГАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ ЕРГОНОМІЧНОГО КОМПОНУВАННЯ ДОШКИ ПІЛОТІВ З МЕТОЮ УТОЧНЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬОТУ.....

- 3.1. Забезпечення надійності технічних об'єктів.....
 - 3.1.1. Фактори, що впливають на надійність об'єктів.....
 - 3.1.2 Вплив температурного режиму.....
 - 3.1.3 Ударно-вібраційні режими.....
 - 3.1.4. Способи підвищення надійності на етапі проектування.....
- 3.2. Аналого-цифрове перетворення інформаційно-діагностичних параметрів....
- 3.3. Методика визначення точності вимірників, кроку квантування і розрядності коду, що забезпечують задану достовірність діагностики.....

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ І ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ КОМПОНУВАННЯ ДОШКИ ПІЛОТІВ З МЕТОЮ УТОЧНЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬОТУ З ПОЗИЦІЇ ЕРГОНОМІКИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА.....

- 4.1. Визначення періоду використання запасного комплекту при проектуванні кабіни літака.....
- 4.2. Обґрунтування показник достатності запасного комплекту.....
- 4.3. Алгоритм і програма розрахунку запасного комплекту.....
- 4.4. Вплив параметрів системи авіоніки на чисельність запасного комплекту...
- 4.5. Принципи відображення інформації на електронних пілотажних дисплеях повітряних суден.....
- 4.6. Перспективи формування приладової панель літака майбутнього - один великий сенсорний екран.....
- 4.7. Поліпшення ергономічних показників процесу сприйняття ін-формації і управління літаком по резервних приладах

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....

- 5.1. Небезпечні та шкідливі фактори.....
 - 5.1.1. Підвищений рівень шуму в виробничому приміщенні
 - 5.1.2. Недостатня штучна освітленість робочої зони.....
 - 5.1.3. Підвищена або знижена вологість повітря.....
 - 5.1.4. Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини.....
 - 5.1.5. Підвищений рівень статичної електрики.....

5.2. Технічні й організаційні заходи щодо зменшення рівня впливу шкідливих та ліквідації небезпечних виробничих факторів.....	
5.2.1. Захист від підвищеного рівня шуму в виробничому приміщенні.....	
5.2.2. Розрахунок освітлення.....	
5.2.3. Розрахунок повітрообміну.....	
5.2.4. Захист від ураження електричним струмом.....	
5.2.5. Захист від статичної електрики.....	
5.2.6. Забезпечення пожежної й вибухової безпеки в розробленому проекті.....	
5.3. Інструкція з охорони праці.....	
5.3.1. Загальні положення.....	
5.3.2. Обов'язки користувача перед початком роботи.....	
5.3.3. Обов'язки працюючих у процесі роботи.....	
5.3.4. Обов'язку працюючих у випадку виникнення аварійної ситуації.....	
5.3.5. Обов'язку користувача по закінченні роботи.....	
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
6.1. Аналіз екологічної небезпеки	
6.2. Розробка заходів, щодо підвищення екологічної безпеки.....	
6.2.1. Профілактика забруднення електромагнітним випромінюванням.....	
6.2.2. Профілактика акустичного забруднення навколишнього середовища....	
6.3. Визначення відверненого збитку навколишньому природному середовищу..	
6.4. Відвернений економічний збиток навколишньому середовищу.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	
СКОРОЧЕННЯ.....	

ВСТУП

За роки незалежності єдина транспортна система України зазнала значних змін, оскільки змінилась концепція використання ергономічної діагностики функціональних станів сучасного повітряного судна, а також видів транспорту, змінилися економічні і виробничі стосунки в цивільній авіації (ЦА) України. У складі ЦА використовуються більш комфортні для пасажирів літаки, які з кожним роком все більш відповідають вимогам екології і безпеки польотів. Аналіз розвитку бортового обладнання за останнє десятиліття показує, що воно зазнало значних змін. Розширені функції і виконувані тактичні завдання, здійснений перехід на нову елементну базу, введені в структуру систем авіоніки вбудовані засоби контролю.

Мета дипломної роботи — навчитися використовувати сучасну теорію для вирішення проблемних питань в ергономіці авіаційного обладнання. Дипломна робота формує культуру мислення дослідника та спеціаліста з сучасних комп'ютерних інтелектуальних систем та інженерної психології, ергономіки і людського чинника в ЦА, розвиває просторове мислення студентки. Ця робота по створенню диплома закладає базу для всієї подальшої діяльності, пов'язаної із сучасними технологіями комп'ютерних систем, сама ґрунтується на органічному поєднанні знань із вищої математики, фізики, інженерних навичок й об'єктно-орієнтованого підходу до вирішення проблем.

Під час виконання дипломної роботи я повинен був опанувати математичні та фізичні основи комп'ютерної технології, що дасть змогу надалі швидко освоювати будь-яке сучасне програмно-апаратне забезпечення в різноманітних галузях, а особливо в ЦА. Це допоможе мені здобути теоретичну та практичну підготовку для оволодіння програмними й технічними засобами обробки інформації в технічних системах, що реалізують сучасні інформаційні технології. Використання останніх у авіації сприятиме підвищенню безпеки польотів, економічності авіаційних перевезень. Крім того, я навчалася розв'язувати проблемні питання, що належать до систем авіоніки.

В отриманих результатах дипломної роботи викладаються окремі положення сучасної технології комп'ютерної обробки медичної, біологічної та психологічної інформації у вигляді алгоритмів та їхніх математичних і фізичних процесів. При цьому я спираюся на закордонні і вітчизняні теоретичні наукові праці, як найкращі зразки викладу питань забезпечення математичної підтримки сучасних методів, що впроваджуються з метою покращення безпеки польотів.

Компонування дошки пілотів з метою уточнення вимірювання параметрів польоту з позиції ергономіки літака один з найефективніших способів пізнання процесів забезпечення безпеки польотів захоплює практично кожного спеціаліста в ЦА. В основу будь-якої програми дослідження, що використовується в дипломній роботі, покладено величезну кількість алгоритмів, способів, методів, що дають змогу перетворити математичний символічний опис в зображення на екрані, тощо. Складніші програми не тільки

дозволяють використовувати результати досліджень в області ергономічного компонування дошки пілотів, а й додатково аналізують здобуті зображення та створюють їх символічний опис. Завдяки обробці зображень, класифікації образів і систематизації отриманих результатів в подальшому аналізі процесів, розробки функціонування алгоритмів різного стану екіпажу в польоті, які потім поєднуються з функціонуванням механізму зору людини та інших механізмів.

Далі додержуватимемо в дипломі трьох головних напрямків: ергономічних вимог, процесу діагностики і компонування дошки пілотів з метою уточнення вимірювання параметрів польоту, а також вивчення об'єктів і отримання результатів експериментів для порівняння з існуючими теоретичними дослідженнями в даній області знань.

Характерними межами сучасної авіоніки є:

- уніфікація устаткування і цифрових міжсистемних зв'язків на основі єдиних міжнародних вимог ІКАО;
- вживання досконаліших технологій вирішення навігаційних завдань на основі лазерних безплатформених інерціальних систем і супутникових систем навігації;
- зниження завантаження екіпажа за рахунок підвищення автоматизації визначення і введення параметрів польоту і наявності багатофункціональних пультів управління;
- підвищення відмовостійкості на основі структурної, інформаційної і функціональної ізбиточностей, реконфігурації комплексу авіоніки при відмовах, а також – вживання багаторівневої автоматичної системи контролю з глибиною до змінного модуля і обхватом 100 відсотків устаткування;
- розширення апаратної інтеграції систем за рахунок переходу до крейтовим конструкцій і модульного принципу побудови інтегрованих комплексів;
- модернізація обчислювальних систем ПС (бортових комп'ютерів) з метою зменшення їх габаритів і ваги;
- оснащення ПС бортовими системами запобігання зіткненням літаків в повітрі, системами запобігання наближенню до землі з розширеними функціональними можливостями, системами запобігання при турбулентності і зрушення вітру, системами управління інформацією, системами управління електричним навантаженням, системами контролю подачі повітря і герметизації салону і системами захисту хвостового оперення від того, що стосується злітно-посадочної смуги, що дозволяють збільшити показник допустимої злітної маси.

Зміна структури авіоніки зробило істотний вплив на процес технічного обслуговування. Але незважаючи на значний досягнутий прогрес у підвищенні якості та надійності елементів електроніки, нові досягнення слабо відобразилися на зниженні витрат на експлуатацію електронного обладнання. У

більшості випадків збільшення складності обладнання спричинило за собою збільшення витрат на апаратуру контролю, оплату технічного персоналу, технічну документацію .

Тим не менш, сьогодні є всі підстави вважати, що широке впровадження цифрової техніки, інтегральних схем з властивою їм високої надійності, модульне конструювання апаратури з функціональною угрупованням електричних ланцюгів, застосування універсальних ЦВМ і мікропроцесорів складі систем дозволяє реалізувати функції вбудованого контролю в авіаційному обладнанні (АО) при дуже невеликому збільшенні вартості систем. Це, в свою чергу, дозволяє використовувати нові концепції технічного обслуговування (ТО), які дадуть можливість зменшити витрати на експлуатацію систем, зменшити час відновлення, число помилкових відмов і замін компонентів, які вносяться обслуговуючим персоналом.

Всі роботи по ТО систем можна розбити на кілька видів: контроль, усунення відмови, зняття і заміна, налаштування. Контролем називається процес періодичного випробування бортової апаратури з ланцюгом визначення її працездатності. Усунення відмови - це процес ідентифікації відмови з точністю до непрацездатного типового елемента заміни (ТЕЗ). Зняття і заміна - процес відновлення системи шляхом заміщення який відмовив елемента на запасний. Налаштування - процес функціонального "об'єднання" заміненого компонента з апаратурою.

Прогрес в розробку і впровадження у бортове обладнання великих інтегральних схем дозволили різко підвищити складність АО з одночасним значним поліпшенням надійності і технології. Не менш важливим є впровадження потужних універсальних ЦВМ в структуру бортового АО. Ці досягнення визначним чином вплинули на процес виявлення та усунення відмови.

З позицій сучасних методів дослідження в дипломній роботі істотно посилено математичну і електронну складову, оскільки глибоке розуміння відповідного матеріалу — неодмінна складова творчого успіху майбутнього фахівця в ЦА України.

Дипломна робота присвячена розробки рекомендації і пропозиції щодо компонування дошки пілотів згідно вимог ергономіки з метою поліпшення параметрів і характеристик уточнення вимірювання даних польоту.

РОЗДІЛ 1

СКЛАДНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ДОШКИ ПІЛОТІВ З МЕТОЮ УТОЧНЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬОТУ З ПОЗИЦІЇ ЕРГОНОМІКИ

Надмірна складність сучасного цифрової АО зробила неможливим ручний пошук несправності. Вихід полягає в використуванні автоматичної випробувальної апаратури. Основоположники сучасної авіації, які зібралися після другої світової війни на Чиказькій конференції, чудово розуміли, яких змін зазнає авіація під впливом технічного прогресу, підстергнути війною, і які блискучі перспективи відкриваються перед нею в мирний час. Разом з тим за часів Чиказької конференції багато хто із здивуванням сприймали разючу гіпотезу, згідно якої комерційний літак є продуктом літака. Сьогодні в промислово розвинених країнах це перестало бути гіпотезою. Найбільший розвиток у багатьох країнах набула авіаційна ергономіка, що стимулюється завданнями створення та ефективного використання військових літаків і вертольотів. Сучасна авіація, для якої характерно збільшення швидкостей, дальності і висоти польотів, висуває підвищені вимоги до льотного складу. Політ на гранично низьких висотах над безорієнтованою місцевістю, заправка паливом в повітрі, посадка літака по приладах при відсутності видимості та інші навігаційні та спеціальні завдання вимагають не тільки бездоганного майстерності льотчиків, а й досконалої техніки. У сучасному реактивному літаку для пред'явлення інформації тільки по одному двигуну використовується стільки приладів, скільки зовсім недавно у всій кабіні потрібно було для сліпої посадки. Крім того, на реактивному літаку велике число та інших приладів. В даний час не можна ефективно розробляти і застосовувати авіаційну техніку і системи управління повітряним рухом (УВР) без ергономіки.

1.1. Контроль цифрового авіаційного обладнання (АО)

Актуальність вирішення проблем в дипломній роботі полягає у наступному. Наприклад, процесор цифровий доплерівської станції має 213 плат і 110 контактних штирів в кожній платі. Загальна кількість штирів становить 23430. Якщо прийняти, що для контролю справності необхідно тільки 10% штирів, то буде потрібно 2343 контрольних точок. Якщо їх вивести до контрольних роз'ємів і забезпечити кожен вихід необхідними інтерфейсним портом і проводами, то необхідний обсяг апаратури виявиться занадто великим. Тому, навіть маючи АВА, необхідно передбачити велике число додаткових ланцюгів в бортовому АО. У цьому випадку єдиним виходом є застосування мультиплексорів даних.

Якщо в основі обладнання включити апаратуру створення стимулюючих сигналів і систему мультиплексування даних контролю, то їх легко можна пристосувати для мети вбудованого контролю (ВК). Для обробки даних контролю та виконання логічних операцій, необхідних для пошуку та усунення несправності, може використовуватися або ЦВМ, вбудована в окрему систему (локальна ЦВМ), або центральна ЦВМ літака. Слід мати на увазі, що при

виконанні наземних контрольних операцій ЦВМ зазвичай вільна від вирішення основних польотних завдань, отже, використання ЦВМ для ТО не повинно збільшити обсяг вимог до неї.

1.2. Контроль аналогового АО

Використання ЦВМ і програмованих сигнальних процесорів дозволяє реалізувати потужний засіб для контролю і пошуку несправностей в аналогових компонентах сучасних систем. Ключовим підходом, прийнятним з економічної точки зору, є самоконтроль за принципом перехресного тестування. Іншими словами, використовується один компонент системи для контролю іншого. Одним з методів, являється включення в систему окремого джерела сигналу та відповідних ланцюгів перемикання сигналів.

Методика, обрана для інших систем, полягає у використанні кількох стабільних генераторів, сполучених так, щоб забезпечити необхідний набір опорних сигналів. При цьому досить невеликої надмірності апаратури в порівнянні з тією, яка необхідна у випадку незалежного тестування. Головним в обговорюваній концепції є застосування ЦВМ як контролюючого елемента.

Однією з найважливіших особливостей проектування АО, що забезпечують застосування вбудованого контролю, є зменшення складності апаратних засобів за рахунок використання розширеного програмного забезпечення. Такий підхід має ряд переваг, зокрема, у питаннях:

- досягнення гнучкості при виявленні та усунення відмов;
- внесення змін в основне обладнання без необхідності зміни ланцюгів контролю;
- реалізації процедур виявлення відмов під час польоту, при виконанні системою авіоніки робочого алгоритму.

Швидкісна ЦВМ дозволяє контролювати параметри системи, використовуючи методи статистичної кореляції для автоматично контрольованих аналогових параметрів системи.

1.3. Зменшення високої вартості експлуатації АО

Останнім часом отримані результати емпіричного і математичного досліджень багато чисельних моделей ТО систем. На рис. 1.1 показані інтегральні результати цих досліджень у вигляді залежності повної вартості обслуговування [млн. дол.] від середньої напрацювання на відмову (с.н.о.) [% від початкової] для п'яти різних концепцій.

З рис. 1.1 випливає, що визначальним фактором повної вартості обслуговування АО є його надійність. Найбільш ефективним з вартісного критерію є технічне обслуговування на двох рівнях. Зазначимо, що на графіках не відображені

збільшення вартості компонентів за рахунок збільшення середнього напрацювання на відмову.

Відмова системи зазвичай пов'язано з відмовою одного або декількох дрібних елементів. Проте для відновлення системи необхідно зняти і замінити блок типа LRU (Line Replaceable Unit), який містить часто 5000 і більше елементів. Частота зняття LRU визначає інтенсивністю його відмов. Якщо припустити, що всі компоненти LRU мають рівні середні напрацювання до відмови (с.н.в.), то значить частота заміни гіпотетичного LRU буде в 5000 разів вище, ніж одного елемента. Такий підхід до технічному обслуговуванню вимагає великого числа дорогих запасних LRU для обслуговування літака і досить трудомісткий. Очевидний вихід в такій ситуації - шукати відмовив елемент і замінювати тільки його. Проте ця ідея нездійсненна на практиці, оскільки неможливо діагностувати такий дрібний елемент, як мікросхема (резистор, конденсатор), і не менш важко зняти його і замінити.

Розглянемо наступний, більш високий рівень агрегування, тобто друковану плату або субблок. Сучасна техніка компонування дозволяє їх досить легко зняти і замінити. Дослідження показують, що надсилання типового елемента заміни (ТЕЗ) на завод для ремонту економічно неприйнятно із-за надмірні витрати на збільшення запасних ТЕЗ.

1.4. Впровадження дворівневої концепції обслуговування

Досягнення цієї концепції повністю залежить від можливості виявлення й усунення відмови на літаку і від витрат на апаратуру контролю для цих цілей. Для більшості застосувань використання зовнішньої апаратури контролю в літаку має бути винятком із правила. Тому необхідно дослідити вартість і можливість отримання цих функцій з допомогою ВК.

Контроль з ланцюгом підтвердження якості більшості сучасних авіаційних систем проводиться, в основному, з допомогою ВК. Для того, щоб реалізувати діагностику відмови з точністю до плати за допомогою ВК, необхідно в процесі проектування оцінити додаткові витрати на ВК. Сьогодні є ряд систем, для яких ця вимога задається з самого початку як специфіка ВК. Якщо взяти за основу ці системи, то додаткові витрати на впровадження в них ВК для діагностики відмови на рівні плати (субблока) не перевищать 2% від повної вартості системи.

Щоб впровадити дворівневу концепцію ТО, необхідно відмовитися від використання LRU як типового елемента заміни на літаку. Логічним кандидатом для цих ланцюгів є плата. Тим не менш, оскільки обладнання, встановлене у відсіках літака, піддається впливу атмосфери під час обслуговування, то замінюваний субблок повинен протистояти впливу середовища і досить грубого поводження.

При проектуванні і виробництві сучасних ПС максимально використовується ВК. Виявлення відмов тепер проводиться не просто за принципом "норма/не норма", а швидше, ніж визначення за принципом відповідності параметрів системи встановленим стандартам, причому точність вимірювання параметрів у ряді випадків перевищує ту, яка досягалася в лабораторних умовах всього кілька років тому.

Останні дослідження з новими системами, для яких висувається як першочергове вимога мінімуму витрат на придбання і експлуатацію, показали перспективність використання дворівневої концепції обслуговування АО. Система технічного обслуговування авіоніки повинна бути підпорядкована єдиним критерієм: підтримка заданого рівня надійності бортового обладнання при мінімальних експлуатаційних витратах, і повинна полягати в наступному:

- технічна експлуатація повинна здійснюватися відповідно до розроблених «Програм забезпечення технічного обслуговування і ремонту», в яких повинен бути представлений план проведення технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) і його складових частин протягом усього призначеного ресурсу ПС.

- технічне обслуговування і ремонт бортового обладнання повинно здійснюватися за технічним станом виробів. Відсоток таких виробів повинен становити не менше 90, з них 85-90% виробів повинні експлуатуватися до безпечного відмови з контролем рівня надійності.

- бортові засоби контролю повинні забезпечувати пошук місця відмов на борту ПС з точністю до блоку (без застосування отриманого на борт ПС контрольно-перевірочної апаратури). Повинна забезпечуватися взаємозамінність блоків і агрегатів пілотажно-навігаційного обладнання без регулювань на борту ПС. Після польоту повинна забезпечуватися оперативна видача інженерно-технічному складові інформація на дисплей або цифрових друкуючий пристрій про що з'явилися відмови і про першочергові дії обслуговуючого персоналу по їх усуненню.

- Зняті з борту ПС що відмовили блоки, а також блоки, які підлягають періодичному або вхідного контролю, повинні перевірятися в лабораторіях АТБ ГА за допомогою автоматизованої апаратури контролю (універсальної або спеціалізованої), сполученої з ВК. При цьому підтверджується або не підтверджується відмова демонтованого блоку. З метою виключення помилкових зняття блоків зростають вимоги до достовірності діагностування в польоті, оскільки помилки контролю працездатного стану блоків негативно впливають на ефективність функціонування авіакомпанії в цілому.

Несправні блоки й агрегати, відновлення яких неможливо або економічно недоцільно в умовах центру технічного обслуговування, будуть на відправлятися на авіаремонтні заводи або спеціалізовані підприємства.

При надходженні ПС на плановий ремонт бортове обладнання буде ремонтуватися виходячи з його технічного стану. Обсяг ремонтних робіт буде

призначатися виходячи з результатів діагностики компонентів обладнання, яке повинне здійснюватися за допомогою автоматизованої апаратури контролю.

Впровадження автоматизованих засобів контролю у центрах технічного обслуговування авіакомпаній, аеропортів і на авіаремонтних заводах при наявності об'єктивного документування результатів контролю (включаючи інформацію бортової системи технічного обслуговування) дозволить організувати більш повний і об'єктивний збір і автоматизацію обробки інформації про технічний стан комплексу устаткування, що у свою чергу створить передумови для підвищення ефективності системи експлуатації НД, для проведення своєчасних заходів з підвищення надійності авіоніки і розробки рекомендації по поліпшенню режимів експлуатації.

1.5. Математичні основи процесів експлуатації та ергономіки

Добре відомо, що основні кількісні показники надійності виробів (наробіток до відмови, час відновлення, ресурс), які виготовлені в однакових умовах, з одних матеріалів, мають значний розкид. Отже, якщо взяти один виріб зі всієї партії, то неможливо сказати заздалегідь, як довго він буде працювати. Однак на підставі спеціально проведених дослідів можна вказати відсоток випадків, який цей виріб здатен відпрацювати той чи інший термін. Таким чином, для теорії і практики надійності необхідно оперувати з випадковими величинами, які в залежності від випадку можуть приймати ті чи інші значення.

1.5.1. Випадкові величини, їх закони та функції розподілу

Щоб охарактеризувати випадкову величину, необхідно вказати, по-перше, які значення вона може приймати, тобто множина можливих її значень. Якщо випадкова величина може приймати тільки кінцеву або раховану множину значень, то охарактеризувати цю величину просто: достатньо перелічити її можливі значення та вказати ті ймовірності, з якими вона їх приймає. Такі випадкові величини називають дискретними. Вони можуть бути задані у вигляді ряду розподілу (таблиця 1.5.).

Таблиця 1.5.

Інтервал наробітку	0...50	50...100	100...150	>150
Імовірність відмов	0,2	0,3	0,2	0,3

В таблиці 1.5. задана випадкова величина ξ наробітку об'єкта до відмови.

Розглянутий спосіб представлення не може бути використаним для завдання всіх випадкових величин. Дійсно, якщо множина можливих значень порахована, то приписати кожному значенню відповідну ймовірність уже

неможливо і безперервні випадкові величини задаються, як правило, з використанням функцій розподілу (законів розподілу).

При цьому закон розподілу - більш широке поняття. Під ним розуміють спосіб завдання випадкової величини, наприклад у вигляді ряду розподілу, функції розподілу.

Функцією розподілу випадкової величини ξ називається функція $F_{\xi}(t)$, яка дорівнює імовірності того що ξ прийме значення менше, ніж t

$$F_{\xi}(t) = P\{\xi < t\}. \quad (1.1)$$

Властивості функції розподілу:

1. $0 < F_{\xi}(t) < 1, \quad t;$
2. $F_{\xi}(t_1) < F_{\xi}(t_2), \quad t_1 < t_2;$
3. $F_{\xi}(-\infty) = 0, \quad F_{\xi}(+\infty) = 1;$
4. $F_{\xi}(t+0) = F_{\xi}(t).$

Закон розподілу безперервної випадкової величини разом з функцією розподілу може задаватись щільністю розподілу $f_{\xi}(t)$. Для тих значень t , для яких існує похідна $F_{\xi}(t)$ справедливе рівняння:

$$f_{\xi}(t) = F'_{\xi}(t). \quad (1.2)$$

Щільністю розподілу називається функція $f_{\xi}(t)$, для якої при всіх значеннях t справедливе рівняння

$$F_{\xi}(t) = \int_{-\infty}^t f_{\xi}(t) dt. \quad (1.3)$$

Для $f_{\xi}(t)$ справедливо

$$f_{\xi}(t) \geq 0; \quad (1.4)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f_{\xi}(t) dt = 1; \quad (1.5)$$

$$P\{a \leq \xi \leq b\} = \int_a^b f_{\xi}(t) dt = F_{\xi}(b) - F_{\xi}(a). \quad (1.6)$$

Щільність розподілу має також назви щільність імовірності, диференційна функція (закон) розподілу.

1.5.2. Числові характеристики випадкової величини

Найбільш повна характеристика випадкової величини дається її функцією розподілу, що вказує, які значення та з якими імовірностями приймає така величина. Однак для теорії імовірностей та її прикладання, як теорія надійності, важлива і характеристика випадкової величини "в середньому", що одержується за допомогою ряду числових характеристик, як правило, з функцій розподілів.

До основних числових характеристик випадкових величин належать: математичне очікування, дисперсія, медіана, мода та моменти різних порядків. Іноді їх називають характеристиками положення випадкової величини.

Математичним очікуванням дискретної випадкової величини зветься сума добутків всіх можливих значень випадкової величини на імовірності цих значень

$$(1.7)$$

Математичне очікування безперервної випадкової величини, що задана функцією розподілу $F_{\xi}(t)$ або щільністю розподілу $f_{\xi}(t)$ дорівнює відповідно

$$(1.8)$$

$$(1.9)$$

Математичне очікування суми будь-яких випадкових величин дорівнює сумі їх математичних очікувань

$$(1.10)$$

Математичне очікування добутку незалежних випадкових величин дорівнює добутку їх математичних очікувань

$$(1.11)$$

Для оцінки розкиду значень випадкової величини коло її середнього значення використовується декілька характеристик положення, найважливішою з яких є дисперсія. Дисперсія визначається як математичне очікування квадрату відхилення випадкової величини від її математичного очікування. Для дискретних величин

$$\cdot \quad (1.12)$$

Для безперервних випадкових величин

$$\cdot \quad (1.13)$$

Дисперсія випадкової величини має розмірність квадрата розмірності випадкової величини (для теорії надійності це, як правило, години або секунди у квадраті). Для характеристики величини розсіяння також застосовується величина з розмірністю самої випадкової величини, яка називається середнє квадратичне відхилення

$$\cdot \quad (1.14)$$

Мода, медіана. Модою безперервного розподілу, що має щільність $f_{\xi}(t)$ називається абсциса, при якій $f_{\xi}(t)$ досягає максимуму (t_m).

Якщо $F_{\xi}(t)$ - деякий розподіл, то корінь рівняння $F_{\xi}(t) = \alpha$, де $0 < \alpha < 1$ називається α -квантілю розподілу $F_{\xi}(t)$ та записується \cdot .

Квантіль для $\alpha = 0,5$ називається медіаною розподілу (t_{ME}).

Геометрично (tME), може бути представлена як абсциса точки, в якій площа, що обмежена кривою розподілу $f_{\xi}(t)$, ділиться на рівні частини.

;

1.6. Основні терміни та визначення з надійності техніки згідно державних стандартів України

Надійність і стан об'єктів. Інженерно-авіаційне забезпечення це комплекс заходів, що направлені на утримання авіаційної техніки, засобів її експлуатації та ремонту в постійній справності та готовності до ведення бойових дій, досягнення безвідмовності та високої ефективності їх застосування. Однак, і готовність і ефективність використання АТ в значній мірі визначаються її надійністю. Відповідно до ДСТУ-2860-94 під надійністю розуміють властивість об'єкта зберігати у часі у встановлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування. Часто під надійністю у вузькому значенні розуміють перш за все безвідмовність, тобто властивість об'єкта виконувати потрібні функції протягом заданого інтервалу часу.

У той же час надійність тісно пов'язана з різними сторонами процесу експлуатації – ремонтом, зберіганням, зняттям з експлуатації. Тому правильніше розглядати надійність у широкому значенні як комплексну властивість об'єкта, яка в залежності від призначення об'єкта та умов його використання може містити в себе сполучення властивостей: безвідмовності, ремонтпридатності, збережуваності та довговічності.

На рис. 1.6. наведені основні властивості об'єкта з точки зору надійності, а також одиничні та комплексні показники надійності. Характеристика кожної з властивостей і основні поняття та визначення теорії надійності наведені у державних стандартах України [3].

Безвідмовність – властивість об'єкта виконувати потрібні функції в певних умовах протягом заданого інтервалу часу чи наробітку.

Під наробітком розуміється тривалість (або обсяг) роботи об'єкта. Під працездатним станом – стан об'єкта, який характеризується його здатністю виконувати усі потрібні функції. Якщо хоч би одна з цих потрібних функцій не виконується – об'єкт вважається непрацездатним.

Під справністю розуміють стан об'єкта, за яким він здатний виконувати усі задані функції об'єкта. Тобто об'єкт, є працездатним а також задовольняє й деяким іншим вимогам, застереженим в документації, але не впливаючих на його працездатність (немає пошкоджень лакофарбового покриття, відсутні пом'ятини, тріщини на захисних коробках, задовольняє естетичним вимогам .

Рис. 1.6. наведені основні властивості об'єкта з точки зору надійності

На рис. 1.7 наведена загальна схема основних технічних станів і подій об'єктів. Подія порушення працездатного стану об'єкта називається відмовою. Про неї судять по сукупності значень параметрів, які описують стан об'єкта, та якісних ознак, для яких не застосовують кількісні оцінки.

Ознаку, чи сукупність ознак порушення працездатного стану об'єкта, встановлені у нормативній або конструкторській документації на об'єкт називають критеріями відмови.

Рис. 1.7 Схема порушення працездатного стану об'єкта

- 1 – пошкодження;
- 2 – відмова;
- 3 – перехід у граничний стан;
- 4 – відновлення;
- 5 – ремонт.

Перехід об'єкта із справного стану у несправний відбувається у наслідку дефектів (пошкоджень і відмов).

Якщо об'єкт переходить у несправний, але працездатний стан, цю подію називають пошкодженням.

У складних об'єктах можливий більш детальніший поділ станів об'єкта з виділенням проміжних станів із зниженими рівнями якості функціонування (правильне функціонування – неправильне функціонування).

Перехід об'єкта у граничний стан спричиняє тимчасове або остаточне припинення використання об'єкта за призначенням. Тому під граничним станом розуміють стан об'єкта при якому його подальша експлуатація неприпустима чи недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливе або не доцільне.

Перехід об'єкта з граничного стану у працездатний здійснюється за допомогою ремонту, при якому відбувається відновлення ресурсу об'єкта. Під технічним ресурсом розуміють наробіток об'єкта від початку експлуатації до переходу у граничний стан. При цьому у нормативно-технічній та (або) конструкторській документації встановлюється критерій граничного стану (тобто ознака або сукупність ознак граничного стану). Наприклад, заданий наліт для ПС, 18 місяців експлуатації для срібно-цинкових акумуляторних батарей.

Перехід об'єкта з непрацездатного (неграничного) стану у працездатний чи справний стан здійснюється за допомогою операцій відновлення. До відновлення належать операції ідентифікації відмови та контролю технічного стану елементів об'єкту, заміна елементу та заключні операції контролю працездатності об'єкта в цілому.

Відмови за характером проявлення поділяються на раптові та поступові.

Раптовою називається відмова, яку неможливо передбачити попередніми дослідженнями. Вона характеризується стрибкоподібною зміною значень одного або декількох заданих параметрів об'єкта. Раптовій відмові не передують спрямована зміна якогось зі спостерігаємих експлуатаційних параметрів об'єкту, у зв'язку з чим прогнозування моменту виникнення раптової відмови відносно неможливо. В той же час, поняття раптової відмови відносно в тому розумінні, що при більш глибокому проникненні в суть процесів, пов'язаних з виникненням відмови, може з'явитись можливість виявлення таких поступових змін в об'єкті, які закономірно передують виникненню такої відмови, яку раніше відносили до раптових.

Поступовою зветься відмова, спричинена поступовими змінами значень одного або декількох параметрів об'єкта. Спостерігаючи за значенням таких параметрів, можна виявити тенденції або закономірності зміни заданого експлуатаційного параметра об'єкта за час, що передують моменту виникнення відмови. Це звичайно дає можливість із заданою високою імовірністю прогнозувати момент (інтервал часу) виникнення поступової відмови. Поступові відмови, як правило, викликані явищами механічного або електричного зносу та старіння.

В деяких випадках багаторазово виникаюча відмова об'єкта може самоусуватися, що часто спостерігається в обчислювальній техніці. Такі відмови мають назву повторювальних. В інших випадках одноразово виникаюча самоусувна відмова або відмова, яку усуває оператор незначним втручанням називається збоєм.

В залежності від причин відмов їх поділяють на конструкційні, виробничі та через неправильне поводження. Тут під причиною відмови розуміють

обставини під час проектування виробництва чи використання, які привели до відмови.

Так, конструкційні відмови виникають в результаті недосконалості чи порушення встановлених правил чи норм проектування та конструювання об'єкта.

Виробничі відмови спричинені невідповідністю виготовлення об'єкту до його проекту чи до норм виробничого процесу.

Кажучи про відмови, необхідно ввести поняття наслідку відмови, як явища, процеси, події та стани, що обумовлені виникненням відмови (вібрація, запалювання, не вмикання).

В ДСТУ-2860-94 крім перерахованих виділяються інші типи відмов (всього 22), такі як явні та приховані, часткові та повні, через неправильне поводження, критичні та деградовані (обумовлені процесом деградації при дотриманні усіх встановлених правил експлуатації).

Під об'єктом будемо розуміти систему чи підсистему, їх елементи чи функціональні одиниці (частини), які розглядаються з точки зору надійності як самостійні одиниці.

В цілях підтримання працездатності та попередження відмов авіаційної техніки особовим складом служби озброєння проводяться профілактичні та інші роботи з технічного обслуговування, що передбачені чинними наставленнями, керівництвами та регламентами технічної експлуатації.

Обслуговуваними називаються об'єкти, для яких передбачені роботи з технічного обслуговування нормативно-технічною документацією. У противному разі об'єкти називаються необслуговуваними.

Об'єкти, для яких проведення ремонтів можливо і передбачено в нормативно-технічній чи конструкторській документації називаються ремонтними (ремонтпридатними). В противному разі неремонтними (неремонтпридатними).

Ремонтний об'єкт, який після відмови та усунення несправності знову стає здатним виконувати функції з заданими кількісними показниками надійності називається відновлюваним об'єктом.

Відновлення полягає у відшуванні та заміні елементів (модулів, плат, субблоків), які відмовили з подальшим регулюванням та перевіркою працездатності.

Об'єкт, для якого в даній ситуації проведення ремонту працездатного стану не передбачено в нормативно-технічній чи конструкторській документації чи не дозволяє відновити задані кількісні показники надійності називається невідновлюваним. Такий об'єкт замінюється в цілому на новий чи інший справний, чим досягається відновлення працездатності складного об'єкта авіаційної техніки (функціональної системи) складовою частиною якого є даний об'єкт. Такий метод відновлення називається агрегатним.

Невідновлювані у військових умовах об'єкти списуються через склад або направляються в ремонт. Як правило, не відновлюваними та неремонтовними об'єктами є прості елементи (датчики, печатні плати, окремі блоки), які є складовими частинами складних функціональних систем літака, які, в свою чергу, всі є і ремонтновними, і відновлюваними (САУ, енерговузли, навігаційні системи).

Поняття "система" та "елемент" виражаються одне через друге і, як правило, відносні та умовні.

Система - це об'єкт, який представляє собою сукупність елементів, взаємодіючих в процесі виконання визначеного кола задач і взаємодіючих функціонально.

Елемент системи - об'єкт, який представляє собою просту частину системи, окремі частини якого не представляють окремої цікавості в рамках конкретного розглядання. Об'єкт, який вважається системою в одному дослідженні, може розглядатися як елемент, якщо вивчається об'єкт більшого масштабу.

1.7. Довговічність, ремонтпридатність і збережуваність авіаційної техніки

Довговічність - одна з основних властивостей надійності, основними поняттями якої є граничний стан об'єкта та його ресурс, описаний вище.

У відповідності з ДСТУ [5] довговічність - це властивість об'єкта виконувати потрібні функції до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування та ремонту.

Об'єкт може перейти у граничний стан, залишаючись працездатним, якщо, наприклад, його подальше використання за призначенням стане неприпустимим згідно з вимогами безпеки, економічності, ефективності та безшкідливості. Для систем авіаційного обладнання це характерно для акумуляторних батарей, автономних рульових машин, кисневих шлангів.

Час до моменту переходу об'єкта у граничний стан в загальному випадку є випадковою величиною, тому методика встановлення технічного ресурсу для кожного з об'єктів АТ є складною інженерною задачею, що враховує прогнозовані дані фізичного та морального старіння, планує на техніці профілактичні роботи та ремонти. При досягненні призначеного технічного ресурсу в годинах по нальоту ПС чи наробітку виробу об'єкти АТ незалежно від фактичного технічного стану знімаються з експлуатації та списуються (інколи направляються на спеціальні дослідження для прийняття рішення про продовження ресурсу, а в бойових умовах останній продовжується на застережений заздалегідь фіксований термін).

Ремонтпридатність - одна з властивостей надійності, яка характеризує пристосованість об'єкта до операцій ремонту та відновлення.

Згідно з ДСТУ під ремонтопридатністю розуміють властивість об'єкта бути пристосованим до підтримання та відновлення стану, в якому він здатний виконувати потрібні функції, шляхом проведення технічного обслуговування та ремонту. По суті ремонтопридатність є експлуатаційною технологічністю об'єктів, тобто придатністю до процесу експлуатації в частині, що стосується ремонту. Ремонтопридатність характеризується зручністю виконання операцій ремонту, потрібними витратами часу, праці, матеріалів, а також необхідною кваліфікацією спеціалістів.

Збережуваність - одна з властивостей надійності, яка характеризує здатність об'єкта протистояти негативному впливу умов та тривалості зберігання та транспортування на його безвідмовність, ремонтопридатність і довговічність.

Згідно з ДСТУ під збережуваністю розуміють властивість об'єкта зберігати в заданих межах значення параметрів, що характеризують здатність об'єкта виконувати потрібні функції під час і після зберігання та транспортування.

Очевидно, що тривале зберігання та транспортування для багатьох об'єктів може негативно впливати не тільки на їх поведінку під час зберігання та транспортування, але й при подальшому використанні об'єкта. Тому збережуваність можна характеризувати з двох сторін - під час і після зберігання та транспортування.

Попередній висновок: 1 розділу.

1. Технічний прогрес в електроніці і впровадження в авіоніку вбудованих засобів контролю на основі мікропроцесорів, які об'єднуються в бортову систему технічного обслуговування, дозволяють сподіватися на значне зниження витрат на ТО за рахунок широкого застосування стратегій обслуговування за станом. Проте прагнення розробників максимально використовувати такий підхід може призвести до зростання потоку відмов і витрат на їх усунення в результаті недообліку окремих факторів, пов'язаних з особливостями цифрового пілотажно-навігаційного і радіоелектронного обладнання. Я вважаю, що використання ергономіки значно покращує якість обслуговування авіаційного обладнання.

2. Найбільш важливими особливостями комплексу цифрової авіоніки з погляду експлуатації слід вважати:

- наявність в будь-якому цифровому обладнанні аналогової частини (лінії зв'язку, блоки живлення, датчики, пульти управління, виконавчі механізми);
- неможливість повного охоплення контролем всього бортового комплексу (96 - 98 % на найближчу перспективу);
- наявність елементів вбудованого контролю практично у всіх блоках комплексу;
- наявність систем-датчиків у вигляді моноблоків;

- наявність програмного забезпечення, можливість збоїв в роботі мікро-процесорів, що може привести до значного збільшення трудомісткості контрольних і відновлювальних робіт і до затримки вильоту ;

- модульно-блочний принцип побудови, що забезпечує високу ремонтну технологічність систем і блоків, але низька ремонтпридатність мікрозборок і плат;

- велика частка відмов, які проявляються в польоті, але не підтверджуються при післяполетном наземному контролі.

3. Висока вартість компонентів авіоніки, насичених вбудованими засобами контролю і які є типовими елементами заміни при технічному обслуговуванні і ремонті, а також зазначені вище особливості всього бортового комплексу підтверджують актуальність оптимізації кількісного складу запасних компонентів авіоніки.

4. Кількісний склад запасних компонентів для пілотажно-навігаційного і радіоелектронного обладнання визначається його експлуатаційною надійністю (безвідмовністю), яка, у свою чергу, залежить від параметрів розподілу відмов кожного з структурних компонентів комплексу авіоніки. Тому розробці методики прогнозування оптимального кількісного складу запасних компонентів, що відповідає характеристикам безвідмовності структурних компонентів комплексу, передуює аналіз адекватності аналітичних моделей розподілу відмов.

РОЗДІЛ 2

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕРГОНОМІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ КОМПОНУВАННЯ ДОШКИ ПІЛОТІВ

Автоматизація, її переважний рівень і виникають у зв'язку з цим проблеми в авіації - про два з основних сфер ергономічних досліджень і розробок. Мікропроцесорна техніка, що зробила можливим автоматизацію багатьох операцій, які виконуються екіпажем в ході польоту, змусила впритул зайнятися дослідженням того, як автоматизація тієї чи іншої функції позначиться на діях екіпажу в цілому. У цьому зв'язку вивчаються проблеми: вірогідність помилкової тривоги та її вплив на дії екіпажу; довіру льотчиків до показань приладів; вдосконалення систем відображення інформації; особливості взаємодії з технікою в умовах непередбачених ситуацій; створення систем діагностики можливих помилок.

Багато досліджень присвячено робочому навантаженню пілотів. Складність проблеми образно визначив один вчений: "Навантаження в кабіні пілота - вершина айсберга". Її актуальність пов'язана з тенденцією зменшення кількісного складу екіпажів літаків. Для перерозподілу навантаження льотчика у все більш ускладнюються умовах польоту створюються новітні системи мовної технології, системи розпізнавання і синтезу мови, що відповідають вимогам ергономіки.

Сучасний рівень розвитку мікропроцесорної та дисплейної техніки дозволяє комплексно відображати параметри польоту повітряного транспортного засобу і візуалізувати зовнішню обстановку. У цьому зв'язку ергономісти вивчаються якісні показники систем відображення: характер формованого зображення, розмір екрану дисплея, інтегральний характер пропонованої інформації, адекватність відображення динамічних характеристик об'єкта, способи відображення багатовимірної інформації. Розробляються методи пред'явлення пілотові прогностичної інформації, досліджується ефективність використання кольору у форматах відображення інформації в кабінах літаків. Продовжують проводитися дослідження, пов'язані з визначенням оптимальних розмірів і форм органів управління та їх розміщення в кабінах літаків.

Ергономічне проектування засобів відображення інформації та органів управління, їх розташування в кабіні літака повинно ґрунтуватися на вивченні діяльності льотчиків не тільки в нормальних режимах польоту, але і в аварійних. Про складність завдання можна скласти уявлення, ознайомившись з фрагментом з захоплюючого дух розповіді льотчика-випробувача А. Гарнаєва про те, як відбувалася посадка важкого надзвукового літака при одному відмовив двигун і в умовах різкого погіршення погоди:

2.1 Дослідження впливу параметрів діагностичного процесу на достовірність діагностичних параметрів

Контроль технічного стану - це процес випробування апаратури з ланцюгом визначення її працездатності (система діагностування приймає рішення В

НОРМІ") або непрацездатного (система діагностування приймає рішення "НЕ В НОРМІ") стану.

Локалізація відмови - це процес пошуку місця відмови з точністю до непрацездатного ШЗБ або легко демонтованого агрегату (ЛДА).

Процес відновлення системи здійснюється шляхом заміщення ТЕЗ, який відмовив, на запасний.

Налаштування - процес поєднання заміненого елемента з рештою апаратурою системи; найбільш характерний для аналогових систем авіоніки і на ранньому етапі впровадження цифрової техніки.

Підтвердження працездатності системи є етапом ТО, залежних від наданого часу.

При розширеному технічному обслуговуванні виконуються роботи в відповідно з формованим "пакетом робіт". При цьому можливе використання окремих зовнішніх (наземних) засобів діагностування (як виняток з правила).

При виконанні відновлювальних робіт у ремонтній майстерні використання ВЗК підвищує ефективність і знижує вартість ремонту. На цьому рівні ТО тривалість тестування і ремонту який відмовив скорочуються за рахунок використання інформації про передісторію відмови, що зберігається в пам'яті ШЗБ, а також завдяки закладеній в ланцюгах СВК можливості проведення автоматичного самоконтролю. Як правило, для пошуку які відмовили компонентів мікроелектроніки в схемі ШЗБ, а також для оцінки якості виконання блоком та схемою СВК необхідних функцій після відновлення застосовується апаратура автоматизованого діагностування.

Для дослідження впливу параметрів діагностичного процесу на достовірності діагностування компонентів і систем авіоніки розглянемо характеристики діагностичних параметрів.

2.2. Характеристики діагностичних параметрів авіоніки

Прийняття рішення про технічний стан авіоніки може бути здійснено тільки в процесі вимірювання і зіставлення з нормами сукупності діагностичних параметрів, що характеризують цей стан.

Діагностичний параметр (ДП) - це параметр об'єкта діагностування, який використовується для визначення його технічного стану.

Для кожного виробу авіоніки можна налаштувати безліч параметрів, характеризуючих його технічний стан. Більшість ДП за своїм призначенням можуть мати подвійну природу, будучи одночасно діагностичними та технічними (тобто параметрами функціонального використання). Саме ці параметри, як правило, можна безпосередньо виміряти, для них простіше

встановити норми і допуски, вихід за межі яких є відмовою функціональної системи (ФС).

Якщо значення ДП виміряти безпосередньо не можна, то ці значення можуть бути знайдені шляхом обробки інших параметрів, які мають функціональний зв'язок з шуканими. У відповідності з трьома завданнями технічного діагностування (ТД) призначаються три сукупності діагностичних параметрів:

- для визначення працездатного стану;
- для пошуку місця відмови;
- для прогнозування технічного стану ФС.

Сукупність ДП визначає:

- повноту контролю;
- можливість пошуку відмов;
- оптимізацію алгоритмів пошуку;
- можливості прогнозування виникнення відмови;
- чутливість до зміни стану окремих пристроїв ФС і їх складових частин, що відбувається під впливом деградаційних процесів.

У загальному випадку слід знати і пам'ятати, що визначення сукупності ДП пов'язане з економічними витратами. Тому ми розглядали методи синтезу алгоритмів діагностування за критерієм $\min\{P\}$.

Оскільки зменшення інформаційної надлишковості знижує якість (достовірність) діагностування, на практиці при розробці діагностичних програм прагнуть знайти якийсь компроміс (на основі рішення задачі багатокритеріальної оптимізації).

На закінчення питання розглянемо характеристики поля допуску діагностичних параметрів та оцінки (аналізу) правильності функціонування обладнання і при розробці (синтезі) засобів діагностування ФС авіоніки винятково важливе значення мають допуски на різні параметри.

Позначивши ДП як $X(t)$, запишемо результат вимірювання цього параметра у вигляді:

$$, \quad (2.1)$$

де $x(t)$ – значення діагностичного параметра після деякого напрацювання t ;

- перешкода, яка надходить з виходу ОК на вхід вимірювача ДП (гаусівський випадковий процес);
- власні шуми вимірювального каналу, що визначають поріг чутливості при вимірюванні ДП.

Зазвичай при розрахунках призводять до входу вимірювача. Тоді для фіксованого значення t можна записати:

(2.2)

де - перешкода на вході вимірювача СВК, що здійснює одночасно перетворення аналогового параметра в цифрову форму (код).

В усіх дослідженнях приймається (і це підтверджується практикою), що ДП і перешкода в інтервалі можливих значень розподілені нормально, тобто їх щільності розподілу $f(x)$ та $f(\epsilon)$ записуються у вигляді:

(2.3)

(2.4)

де і середні квадратичні відхилення (с.к.в.) контрольованого параметра і похибки вимірювання відповідно від їх номінальних значень;

- номінальна (середнє, очікуване) значення контрольованого діагностичного параметра ;

- систематична складова похибки вимірювання (спеціальними заходами забезпечується).

Графік щільності розподілу діагностичного параметра представлений на рис. 2.1.

Рис. 2.1. Щільність розподілу $f(x)$ діагностичного параметра X і його характеристики

На рис. 2.1 позначено:

- найбільш імовірне значення (математичне очікування) діагностичного параметра ;

- поле розсіювання параметра ;

- половина поля розсіювання;

для нормального розподілу - умовні позначення відповідно нижній і верхній межі поля допуску на параметр ;

- значення параметра , відповідне нижньої межі поля допуску;

- значення параметра , відповідне верхньої межі поля допуску;

- половина поля допуску на параметр ;

- значення параметра , відповідне середині поля допуску .

У більшості робіт, особливо в області машино- та приладобудування, поняття "допуск" встановлюється виходячи з умов взаємозамінності. Однак для електронних, електричних і електромеханічних пристроїв доцільніше виходити з умови необхідних показників функціонування або працездатності (тобто здатності виконувати свої функції). При цьому поняття допуску формулюється наступним чином.

Допуск - це таке встановлене досвідом або розрахунком поле параметра пристрою, при якому воно здатне виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники протягом заданого часу.

Для нормального розподілу при ймовірність знаходження значення діагностичного параметра в поле розсіювання практично дорівнює одиниці ("правило трьох сигм"):

.

2.3. Достовірність діагностики при вимірюванні одного параметру

При контролі параметрів технічних систем мають місце систематичні і випадкові похибки, або помилки. Як правило, систематичні похибки вимірювання відомі і виключаються (компенсуються). Випадкові помилки вимірювання представлені у вигляді адитивної складової результату вимірювання з нормальною щільністю розподілу .

Випадкові похибки вимірювання діагностичного параметра знижують його об'єктивність оцінки результату . У зв'язку з цим одним з визначальних якостей діагностування показників виступає достовірність діагностування.

Достовірність діагностики - міра довіри до рішень, що приймаються засобами діагностування при оцінці технічного стану авіоніки (ДСТУ 2389-94).

Можна сказати, що достовірність діагностики - міра об'єктивного відображення дійсного технічного стану результатами діагностування. Для

ефективної експлуатації систем авіоніки надзвичайно важливим є можливість кількісної оцінки достовірності функціональної діагностики.

Розрахункові залежності для кількісної оцінки достовірності діагностування отримаємо на основі аналізу подій, пов'язаних зі значеннями вимірюваного параметра x і результату вимірювання y . Оскільки значення x і y попарно сумісні, то при кожному вимірі ДП можливі наступні чотири складні події.

1. Значення діагностичного параметра x - в допуску (одну просту подію); результат вимірювання y - в допуску (друга проста подія). Складну подію позначимо як xy (рис. 2.2). Засоби діагностування на основі аналізу нерівності $a < y < b$ формує ВІРНЕ РІШЕННЯ: "Параметр x У НОРМІ". Вірогідність ухвалення такого рішення позначимо P_{xy} .

2. Значення діагностичного параметра x - поза допуску (одна проста подія); результат вимірювання y - поза допуску (друга проста подія). Складну подію позначимо як $\bar{x}\bar{y}$ (рис. 2.3).

СВК на основі аналізу нерівності $y < a$ також формує ВІРНЕ РІШЕННЯ: "Параметр x НЕ В НОРМІ".

Вірогідність ухвалення такого рішення позначимо $P_{\bar{x}\bar{y}}$.

3. Значення діагностичного параметра x - в допуску (одна проста подія); результат вимірювання y - поза допуску (друга проста подія). Складну подію позначимо як $x\bar{y}$ (рис. 2.4).

ВЗК на основі аналізу нерівності $y < a$ формує НЕВІРНЕ РІШЕННЯ: "Параметр x НЕ В НОРМІ". Подібну ситуацію зазвичай називають

"ПОМИЛКОВОЮ ВІДМОВОЮ", а вірогідність ухвалення такого неправильного рішення - ПОМИЛКОЮ ПЕРШОГО РОДУ

4. Істинне значення діагностичного параметра x - за кордоном поля допуску (одна проста подія); результат вимірювання y - в допуску (друга проста подія). Складну подію позначимо як (рис. 2.5).

Засоби діагностування на основі аналізу нерівності $a < y < b$ формує НЕВІРНЕ РІШЕННЯ: "Параметр X В НОРМІ". Це складну подію називають "НЕ ВИЯВЛЕНА ВІДМОВА", а вірогідність ухвалення такого неправильного рішення - ПОМИЛКОЮ ДРУГОГО РОДУ.

Розглянуті чотири події: , , і ,

- по-перше, несумісні, оскільки в результаті вимірювання параметра може мати місце якесь одне з чотирьох;

- по-друге, утворюють повну групу подій, представляючи всі можливі результати при контролі параметра .

Отже,

$$, \quad (2.5)$$

(сума ймовірностей появи цих подій дорівнює одиниці).

Очевидно, що сума перших двох складових є ні що інше як вірогідність прийняття вірного рішення за результатами діагностики, тобто:

$$, \quad (2.6)$$

Вираз:

$$, \quad (2.7)$$

визначає ймовірність прийняття невірного рішення при контролі параметра .

Помилки першого роду (помилкова відмова) змушують проводити не виправдані відновлювальні роботи (оперативне обслуговування), що може призвести до затримок рейсів, і змушує проводити не виправдані дослідження технічного стану ШЗБ в лабораторії

Наявність помилок другого роду (не виявлена відмова) може призвести до зниження безпеки польоту, до виникнення аварійних ситуацій з втратами, значно більшими, ніж від помилок першого роду.

Таким чином, діагностування авіоніки з використанням ВЗК може супроводжуватися невірних рішень, і цей неминучий факт необхідно враховувати при розробці засобів діагностування і при організації ТО функціональних систем ПС.

Враховуючи сказане, як кількісного показника достовірності діагностування доцільно взяти **ЙМОВІРНІСТЬ ПРИЙНЯТТЯ ВІРНОГО РІШЕННЯ**

$$. \quad (2.8)$$

Отже, для кількісної оцінки достовірності діагностики необхідно вміти обчислювати значення помилок 1-го і 2-го роду.

Залежність (2.8) визначає достовірність діагностування за умови, що засоби діагностування з точки зору надійності є ідеальними (можуть зберігати працездатний стан нескінченно довго). Насправді надійність засобів діагностування надає суттєвий вплив на достовірність діагностики, оскільки засоби діагностування також мають потік відмов, потребують діагностування, ТО та ремонту.

Дослідженнями встановлено, що α і β залежать від цілого ряду факторів, до яких відносяться:

- число діагностичних параметрів n , сукупність яких визначає технічний стан системи авіоніки;
- розсіювання параметра, що характеризується середнє квадратичне відхилення ;

- призначений (експлуатаційний) допуск Δ ;
- похибка вимірювання ;
- надійність (безвідмовності) засобів діагностування;
- алгоритм діагностики (рис. 2.6).

Згідно з завданням на проведення даних досліджень розглянемо залежність достовірності діагностування від числа діагностованих параметрів і встановимо залежність помилок діагностування від експлуатаційних допусків на діагностичні параметри, від розсіювання параметрів , похибок їх вимірювання і алгоритму організації діагностування.

2.4. Вплив кількості контрольованих параметрів на достовірність діагностики системи

Проблема підвищення достовірності діагностування з'являється у зв'язку зі збільшенням обсягу діагностичних параметрів, обумовленим як зростанням складності бортових систем ПС, так і прагненням з'ясувати їх істинні значення. До цього слід додати бажання до практично повної автоматизації контролю технічного стану різних ФС і локалізації відмов у них. Виявимо залежність достовірності діагностики системи від кількості її діагностичних параметрів.

Вірне рішення про технічний стан ФС (складна подія) буде мати місце тоді і тільки тоді, коли буде прийнято вірне рішення при контролі кожного з n діагностичних параметрів (прості події).

Приймемо припущення про те, що достовірність діагностики всіх параметрів однакова. За теоремою множення подій, ймовірність складної події дорівнює добутку ймовірностей простих подій:

$$P_{n.p.j} = a_j + b \quad (2.9)$$

де $P_{n.p.j} = a_j + b$ - ймовірність невірного рішення при діагностуванні одного параметру. Залежність достовірності діагностики системи авіоніки від достовірності контролю ДП і їх обсягу наведено в табл. 2.1.

З табл. 2.1 випливає, що прийнятну достовірність діагностики ФС, технічний стан якого оцінюється досить великим числом діагностичним параметрів, (наприклад, $D_{FC} = 1 - P_{n.p.j} = 0,995$ при $n = 50$) можна забезпечити лише при найвищій достовірності контролю кожного параметра ($D_j = 0,9999$), тобто до інструментальної достовірності контролю кожного параметра пред'являються досить жорсткі вимоги.

Таблиця 2.1

Значення функції

n ,

1 5 10 20 50 100 200 300

0,9510 0,9044 0,8179 0,6050 0,3360 0,1340 0,0490

0,9950 0,9904 0,9702 0,9612 0,9048 0,8186 0,7407

0,9995 0,9990 0,9980 0,9950 0,9901 0,9802 0,9704

У загальному випадку, коли при оцінці технічного стану системи помилки діагностування за n діагностичним параметрами неоднакові, достовірність діагностування системи визначається залежністю

$$(2.10)$$

2.5. Взаємозв'язок між допуском на параметр D , точністю вимірювання σ_e і помилками контролю a і b

Виявимо взаємозв'язок між цими факторами. На рис. 2.2 наведені приклади, що ілюструють появу помилок a і b при контролі параметра x .

У разі помилкової відмови заштрихована площа під кривою $f(e)$ є верогідність того, що помилка (неточність вимірювання) e "забезпечує" $y < a$ або $y > b$ при припустимих значеннях x . У разі не виявленої відмови заштрихована площа під кривою $f(e)$ є ймовірність того, що результат y перебуває в полі допуску при $x < a$ або $x > b$.

Встановимо вид аналітичних залежностей для помилок першого і другого роду або .

Помилка другого роду (невиявлена відмова) з'являється при спільній реалізації двох ситуацій (подій): 1. $x < a$; $x > b$, 2. $a \leq y \leq b$ - визначальних невиявлену відмову.

Другу нерівність представимо у вигляді $a \leq x + e \leq b$ і до кожної його частини додамо $-x$; при такому перетворенні знаки нерівності не зміняться. Отримуємо:

$$a - x \leq e \leq b - x.$$

(2.11)

Нерівність (2.11) визначає діапазон можливих значень похибки вимірювання, що призводить до помилки діагностування 2-го роду. Визначимо

верогідності знаходження випадкової величини e в інтервалі $(a-x, b-x)$ при відомому законі розподілу похибки $f(e)$:

$$(2.12)$$

Якщо при вимірюванні діагностичного параметра x отримано деякий значень x , то ймовірність знаходження цього значення в інтервалі $(x, x+dx)$ чисельно дорівнює площі під кривою щільності розподілу. У припущенні незалежності випадкових величин x і e отримуємо аналітичний вираз для помилки другого роду як добуток розглянутих ймовірностей:

$$(2.13)$$

за умови, що діагностичний параметр X взяв деякий значення x .

Вираз для безумовної ймовірності помилки другого роду, тобто для всього діапазону можливих значень x , задовольняють нерівності (2.11) можна отримати шляхом інтегрування виразу (2.13) в інтервалах від $x_{\min} (-\infty)$ до a й від b до $x_{\max} (+\infty)$:

$$(2.14)$$

Для симетричного розподілу x щодо середини поля допуску і відсутності систематичних помилок вимірювання діагностичних параметрів отримаємо:

$$(2.15)$$

Помилка першого роду α (помилкова відмова) з'являється внаслідок реалізації наступних двох подій:

- 1) фактичне значення параметра x - в допуску, що виражається співвідношенням виду $a \leq x \leq b$,
- 2) результат вимірювання y - поза межами допуску, тобто $y < a$ або $y > b$.

Другу подію запишемо у вигляді, який визначає межі, в яких повинна знаходитися випадкова величина e - похибка вимірювання, обумовлююча помилковий відмова:

$$y = x + e < a \quad \text{або} \quad e < a - x \quad \text{або} \quad y = x + e > b \quad \text{або} \quad e > b - x.$$

Вираз для ймовірності того, що похибка вимірювання опиниться в цих межах, має вигляд:

$$(2.16)$$

Для умовної ймовірності помилкової відмови отримуємо як добуток розглянутих ймовірностей за умови, що діагностичний параметр X взяв деякий значення x .

Ймовірність одночасної реалізації подій:

- 1) $X = x$ з ймовірністю i
- 2) $e < a - x$ або $e > b - x$ з ймовірністю, що визначається виразом (2.16),

запишеться у вигляді:

(2.17)

Аналітичний вираз для помилки першого роду визначиться інтегруванням в інтервалі допустимих значень діагностичного параметра X :

(2.18)

У припущенні нормальних законів розподілу випадкових величин x і e запишемо остаточний вираз для ймовірності помилкової відмови при оцінки діагностичного параметра X :

(2.19)

За залежностей (2.15) і (2.19) можна вирішувати два типи завдань технічного діагностування.

1. Пряма задача - розрахунок достовірності діагностування, тобто вичисле a і b при відомих характеристиках діагностичних параметрів X (m_x, s_x, D) і точностних характеристик вимірювачів ВЗК.

2. Зворотні задачі:

- визначення необхідної точності e вимірювання параметрів;
- визначення необхідних допусків a і b на діагностичні параметри.

При цьому слід зазначити, що безпосереднє використання (2.15) і (2.19) навіть для вирішення прямої задачі вимагає чисельних методів, оскільки інтеграли через елементарні функції не висловлюються. Рішення зворотних завдань по цих залежностей взагалі вкрай важко, оскільки вимагає повного перебору варіантів для кожної сукупності вихідних даних посправжньому громіздким методом послідовних наближень.

У зв'язку з цим в конструкторської (інженерної) практиці використовують таблиці і номограми, що є результатом рішень прямої задачі, отриманих для практично значущого діапазону значень величин s_x, s_e, D, a і b , визначающих достовірність діагностики.

Для забезпечення незалежності інженерної методики оцінки помилок діагностування від фізичної природи (і розмірності) діагностичних параметрів у вихідних рівняннях виконано перехід до безрозмірних (нормованим) параметрів.

2.6. Методи підвищення достовірності діагностування авіоніки

Розгляд будь-якого методу підвищення достовірності діагностування технічних систем має два аспекти. Перший полягає в тому, що необхідно вміти оцінювати ефективність вибраного (або пропонованого) методу підвищення достовірності діагностування, тобто визначати, яке збільшення достовірності діагностування даний метод дає, і які витрати (апаратурні, тимчасові, вартісні) необхідні для цього.

Другий аспект пов'язаний із завданням оптимального синтезу коштів діагностування, тобто вибору методу, пов'язаного з параметрами коштів діагностування й алгоритмами обробки результатів вимірювань, з метою максимізації достовірності діагностування при обмежених витратах або мінімізації витрат при заданій достовірності.

Отже, в будь-якому випадку необхідно знати залежність достовірності діагностування від параметрів СВК і алгоритмів організації вимірювального процесу. На рис. 2.11 представлена класифікація методів підвищення достовірності діагностування функціональних систем авіоніки.

Розглянемо кожен з чотирьох груп більш докладно.

1. Група методів, не пов'язаних з введенням надлишковості у засоби діагностування, включає:

- підвищення безвідмовності СВК на основі сучасної надійної елементної бази і полегшених режимів роботи елементів і функціональних модулів;
- зменшення дисперсії діагностичних параметрів аналогових датчиків, виробів і агрегатів ФС авіоніки на основі RAS -технології та комплексного підходу при проектуванні ПС і ТОiP;

Методи підвищення достовірності діагностування

- | | |
|---|--|
| 1. Методи, не пов'язані з введенням надлишковості у СВК | 2. Введення тимчасової надмірності у СВК |
| 3. Введення структурної надмірності у СВК | 4. Застосування програмних засобів на базі мікропроцесорів |

- виборі оптимального експлуатаційного (контрольного) допуску на діагностичні параметри.

2. Методи підвищення достовірності діагностики на основі тимчасової надмірності ВСК припускають, по-перше, оптимальну організацію профілактичного обслуговування авіоніки, по-друге, адаптивну організацію

діагностичного процесу в цілому і вимірювання діагностичних параметрів зокрема, при якій досягається максимально можлива в заданих тимчасові обмеження достовірність діагностики, і, по-третє, фективне застосування тестового самоконтролю.

Оптимальна організація обслуговування припускає, що змінюється (зменшується у міру вироблення ресурсу ФС) періодичність профілактичних робіт, при якій забезпечується задане значення коефіцієнта готовий діяльності до вильоту і яка не пов'язану жорстко з тієї або іншої практикується сьогодні формою ТО. Для підвищення ефективності ТО авіакомпанія-експлуатант може застосовувати метод "безперервного" ТО, коли літак обслуговується під час вимушених простоїв.

Адаптивна організація діагностичного процесу передбачає ефективну (оптимальну) перебудову програми проведення вимірювань в залежності від результату вимірювання конкретного параметра і передбачає застосування циклічних (замкнутих) алгоритмів організації діагностичного процесу, нижче ці алгоритми будуть розглянуті докладно.

Ефективний самоконтроль ВЗК передбачає:

- по-перше, автоматичну тестову самоперевірку засобів діагностування щоразу після включення живлення;

- по-друге, постійне функціональне самодіагностування в процесі контролю параметрів об'єкту діагностування (ОД).

3. Висока достовірність діагностування ФС авіоніки на основі структурної надмірності ВЗК досягається (забезпечується):

- введенням в структуру ВЗК що самоперевіряються схем,
- побудовою вимірювальних каналів ВЗК на основі компенсаційних вимірювання, що забезпечують низький рівень шумів,
- багаторазовим резервуванням вимірювачів діагностичних параметрів з наступною обробкою результатів вимірювань.

4. Почавши не так давно застосування у вбудованому функціональному діагностуванні мікропроцесорів і відповідних програмних засобів, забезпечує виконання більшої частини функцій СВК. Для роботи СВК необхідні також багато робочі програми цифрових обчислювачів, істотні для функцій управління польотом. У деяких системах дані, отримані в ході проведення програмно-керованого контролю, використовуються для включення системи оповіщення екіпажу про відмову, для проведення реконфігурації системи і видачі рекомендацій з ремонту.

2.7 Основні елементи математичної статистики

Відомо, що кількісні показники надійності можна визначити двома способами:

- розрахунком показників надійності імовірностними методами на стадії проектування через показники складових елементів (непрямі методи оцінки) з моделюванням процесу експлуатації;
- розрахунком показників надійності за статистичними даними (прямі методи оцінки), тобто за результатами спостереження за функціонуванням виробу або зі спеціально поставленого експерименту.

При цьому при обробці статистичного матеріалу виникає ряд питань. Як оцінити невідому імовірність випадкової події на підставі спостережень, як оцінити невідому функцію розподілу випадкової величини за значеннями, одержаними з досліджу? Як оцінити параметри закону розподілу, якщо вигляд функції розподілу нам передбачено відомий.

Перелічені питання важливі для вирішення практичних задач теорії надійності. Вони складають основу досліджень математичної статистики. Однак, до них не зводяться всі її питання. Разом з поставленими, на практиці постійно виникають питання іншого роду: з тих чи інших міркувань висунути деякі загальні гіпотези, наприклад, випадкова подія має в даних умовах певну імовірність, або дана випадкова величина передбачено має експоненційний закон розподілу. Як перевірити вірність висунутих гіпотез?

Математична статистика як наука займається методами обробки великої кількості експериментальних даних з метою одержання з них вірних висновків.

Методи математичної статистики дають можливість представити велику кількість результатів спостереження у компактному, зручному для означення вигляді. Вони дають можливість виділити суттєву інформацію із множини спостережень, представивши її у вигляді невеликої кількості зведених показників. Якщо виявляється, що наявних даних недостатньо для розуміння суті явища та потрібне проведення додаткового експерименту, то методи математичної статистики дозволяють відповісти на питання, як такий експеримент поставити, щоб максимально зменшити роботу дослідника як з постановки експерименту, так і з подальшої обробки експериментальних даних.

Поняття випадкової вибірки. Припустимо, що ξ - одномірна випадкова величина з функцією розподілу імовірностей $F_{\xi}(t)$. Розглянемо n - мірну випадкову величину

$$\{\xi(1), \xi(2), \dots, \xi(n)\} \quad (2.1)$$

окремі компоненти якої є незалежними випадковими величинами з однаковими функціями розподілу імовірностей $F_{\xi}(t)$.

Випадкові величини $\xi(i)$ будемо розглядати як результати деякого експерименту (наприклад, визначення наробітку на відмову за даними одної авіаційної частини), при цьому багатомірна випадкова величина (2.1) може розглядатися як результат послідовного проведення n незалежних експериментів або як результат проведення n одночасних експериментів (у різних авіаційних частинах).

Оскільки завжди є можливість, хоча б теоретична, проводити необмежену кількість експериментів, то можливо говорити про нескінченний набір випадкових чисел $\xi(i)$ з функцією розподілу імовірностей $F\xi(t)$. Такий нескінченний набір називається нескінченною сукупністю з функцією розподілу імовірностей $F\xi(t)$. Кожний конкретний результат експерименту, а отже, кожна $\xi(i)$ з кінцевого вибору (2.1) може розглядатися як вибір одного з чисел нескінченної сукупності. Весь набір (2.1) представляє собою послідовність n таких виборів і називається випадковою вибіркою (тобто n -мірна ВЦ з однаковою функцією розподілу).

Задачі математичної статистики. Основною задачею математичної статистики є визначення незалежних параметрів розподілу нескінченної сукупності за відомою основною вибіркою. При цьому мова йде про визначення самої функції розподілу $F(t)$, або окремих параметрів функції розподілу, таких як математичне очікування, дисперсія, параметр форми, параметр масштабу.

Другою задачею математичної статистики є задача перевірки різних статистичних гіпотез (наприклад, гіпотези про вигляд закону розподілу та ін.).

Оскільки елементи кінцевої вибірки є випадковими величинами, то випадковим буде і значення параметру, визначене за допомогою цієї вибірки. Зокрема, якщо ми маємо декілька виборів одного й того ж обсягу з однієї й тієї ж нескінченної сукупності, то кожна з них дає своє значення параметра, який нас цікавить. Тому по кінцевій виборці ми не можемо точно судити про значення параметра, а можемо лише більш-менш точно оцінити цей параметр. Числові значення окремих параметрів, визначених з кінцевої випадкової вибірки, називаються оцінками параметрів нескінченної сукупності.

В загальному випадку з однієї й тієї ж вибірки можна одержати різні оцінки.

Припустимо, що мається вибірка $\{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n\}$, причому $\xi_1 \leq \xi_2 \leq \dots \leq \xi_n$ і задача полягає в пошуку математичного очікування. Можна розглянути декілька оцінок. З них найпростіші:

a) $\bar{\xi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i$, (2.2)

тобто напівсума найбільшого і найменшого значень;

b) $\bar{\xi}_k = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \xi_i$, (2.3)

середнє арифметичне спостережень.

Задача полягає у виборі з цих оцінок найбільш переважної.

Попередні висновки 2 розділу.

Ергономічні дослідження, пов'язані з проблемами використання дисплеїв на борту літака, займають істотне місце в авіаційній ергономіці. На початку 80-х років висловлювалося навіть думка, що авіаційна ергономіка в США в основному займається проблемами сприйняття інформації з екранів дисплеїв. З урахуванням того, що зір є провідним в льотній діяльності та сильно додано надходить інформацією, вивчається можливість передачі частини інформації

іншим органам почуттів. Дослідження ручного стеження із застосуванням вібротактильних засобів відображення інформації дозволили припустити, що воно може стати ефективним засобом зниження візуальної робочого навантаження.

Використання обчислювальної техніки в обладнанні літаків, як правило, зводилося до вирішення з її допомогою конкретних завдань. В результаті, при наявності приватних успіхів, втрачалися спільна ідея - що може дати обчислювальна техніка льотчикам. В основу розроблюваних концепцій обладнання літаків обчислювальною технікою закладається модель роботи екіпажу. Створено проекти "інтелектуальної кабіни".

1. Незміщеність. Оцінка не повинна містити систематичної похибки, яка перебільшує чи переменшує значення параметра для всіх виборів. Це означає, що математичне очікування оцінки повинно співпадати з дійсним значенням параметра. Якщо дійсне значення параметра означити як α , а його оцінку як $\hat{\alpha}$, то вимога незміщеності запишеться у вигляді

$$M(\hat{\alpha}) = \alpha \quad (2.4)$$

2. Переконливість. Оцінка повинна наближатися до значення параметра α із збільшенням обсягу вибірки. Це означає, що імовірність

того, що різниця $|\hat{\alpha} - \alpha|$ буде менша деякого довільного числа $\varepsilon > 0$, прагне до одиниці при $n \rightarrow \infty$, тобто

$$(2.5)$$

3. Ефективність. З усіх переконливих і незміщених оцінок треба віддавати перевагу тій, яка найбільш близька до параметра, що оцінюється, тобто при якій великі відхилення при використанні різних виборів зустрічались би якомога менше. Математично це означає вимогу мінімальної дисперсії оцінки:

$$D(\hat{\alpha}) = \min \quad (2.6)$$

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ЗАГАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ ЕРГОНОМІЧНОГО КОМПОНУВАННЯ ДОШКИ ПІЛОТІВ

Всі аналогові інформаційно-діагностичні параметри X , визначаючі технічний стан сучасних систем авіоніки, перетворюється в цифрову форму (код). Однак цифрове вимір (перетворення в код) можливо не для всіх електричних та не електричних діагностичних параметрів систем авіоніки, а тільки для обмеженої групи фізичних величин Z , до якої далі безпосередньо застосовуються практично всі відомі методи аналого-цифрового перетворення. Перелік цих величин Z невеликий, їх всього чотири:

- інтервал часу, $Z = Dt$;
- частота слідування коротких імпульсів, $Z = f$;
- електрична напруга постійного струму, $Z = U$;
- кутове або лінійне переміщення $Z = a$ або, $Z = l$.

У даній проблемі підвищення достовірності діагностування нашу увагу буде зосереджено на завданні вимог до точносних параметрів цифрових перетворювачів, оскільки введення в структуру типових елементів заміни аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) вносить додаткову похибку в результат вимірювання і знижує вірогідність діагностування. При аналізі впливу параметрів схеми цифрового вимірювача (ЦВ) на достовірність діагностики використовується поняття похибки квантування.

3.1. Забезпечення надійності технічних об'єктів

Суб'єктивні впливи на авіаційну техніку відбуваються в процесі застосування (як правило, льотний склад) і в процесі технічного

обслуговування та ремонту (інженерно-технічний склад). При цьому неправильні дії оператора, які обумовлені нестачею знань, досвіду, недбалістю, а також поганою організацією роботи, можуть привести до відмов і погіршенню надійності.

3.1.1. Фактори, що впливають на надійність об'єктів

Технічні об'єкти в процесі експлуатації зазнають різних зовнішніх впливів, які можуть викликати зміни характеристик надійності (безвідмовності).

Ці впливи, або іншими словами, фактори, які впливають на надійність, можуть бути суб'єктивними або об'єктивними.

З іншого боку якісне технічне обслуговування АТ як при підготовках до польоту, так і на регламентних роботах дозволяє підтримувати заданий рівень надійності і своєчасно виявляти приховані відмови або попереджати поступові. При цьому наробіток на відмову незначно падає (раннє виявлення відмов), але за рахунок того, що відмови виявляються на землі, а не в повітрі, підвищуються характеристики безпеки польотів (середній наліт на льотну подію). Якщо під надійністю будемо розглядати тільки безвідмовність в польоті, то кваліфіковане оперативне технічне обслуговування (обслуговування перед вильотом і після прильоту) підвищує наробіток на відмову в польоті (відмови на землі не враховуються). Тому командування служби озброєння (інженерне - авіаційної служби) розробляє та включає у всі види планування робіт окремим пунктом систему заходів по забезпеченню надійності авіаційної техніки в ході експлуатації.

З усіх видів робіт на авіаційній техніці, які проводяться інженерно-технічним складом, дійсно підвищити рівень надійності дозволяють доробки АТ промисловістю, при яких замінюються малонадійні агрегати, а також ремонтні роботи в першу чергу на авіаремонтних заводах, які призначені замінити частину агрегатів ПС, що відпрацювали встановлений ресурс.

Об'єктивні фактори, які впливають на пристрої та змінюють їх рівень надійності, можна поділити на дві групи:

- 1) загальні впливи, яких зазнають окремі конкретні зразки;
- 2) часткові впливи, яких можуть зазнавати окремі конкретні зразки.

Як загальні, так і часткові впливи можуть бути постійними або змінними.

До об'єктивних факторів (впливів) належать (рис.3.1):

- 1) особливі умови роботи;
- 2) кліматичні впливи;
- 3) біологічні впливи.

Особливі умови роботи визначаються призначенням і типом технічного об'єкту. Приклади особливих умов роботи: тяжкий температурний режим або ударно-вібраційний режим, агресивне хімічне середовище, радіація, падіння атмосферного тиску.

Надійність усіх об'єктів сильно залежить від температурного режиму їх роботи. Особливо складним є сполучення важкого температурного режиму з ударами та вібраціями. Ці перші два види особливих умов роботи є основними факторами, які визначають більш низьку, ніж в інших галузях техніки, надійність транспортних систем (авіаційна техніка, автомобільний транспорт).

Суттєвий вплив на надійність електронної апаратури чинить ядерна радіація. Елементи цієї апаратури можуть незадовільно працювати завдяки безпосередньому впливу радіоактивного випромінювання, або наслідку обох причин. Часто ядерна радіація впливає сумісно з іншими факторами, особливо в ядерній енергетиці та авіаційній справі, тому вивчати вплив ядерної радіації на надійність елементів достатньо складно.

Шкідливий вплив клімату може виявлятися в основному за рахунок високої чи низької температури повітря, підвищеної його вологості, особливо в тропічних країнах, а також із-за наявності різних сумішей у повітрі. Тому транспортування авіаційної техніки в тропічні країни здійснюється у герметичне запаєних контейнерах, в коробках, залитих парафіном при наявності силікогелю-осушувача.

Серед біологічних факторів найбільше значення мають дія грибку (плісені), комах і гризунів. Якщо вказати в цілому про літальний апарат, то на його безвідмовність впливає відсутність зіткнення з птахами.

Рис.3.1 Схема об'єктивних факторів впливів

3.1.2 Вплив температурного режиму

Теплова енергія надходить до пристроїв ПС двома шляхами:

1) зовні - від зовнішніх по відношенню до пристрою, що розглядається, джерел тепла (відсіки двигунів, нагрів ПС на стоянці);

2) внутрішньо - за рахунок внутрішніх джерел тепла (нагрів елементів електронних схем, тертя механічних деталей).

Збільшення складності та прагнення зменшення розмірів технічних пристроїв приводить до концентрації високих температур, а шлях застосування стійких до високих температур елементів не завжди є ефективним. В авіації найбільш часто використовують такі напрямки для поліпшення температурного режиму:

- зведення до мінімуму виділення тепла;
- захист найбільш чутливих елементів або їх заміна при доводці апаратури;
- ефективне усування тепла, що виділяється.

Захист найбільш чутливих елементів полягає у зменшенні можливостей теплообміну між термічно активними та пасивними, але чутливими до тепла елементами (розміщення в різних блоках, екрани, перегородки, термічні відводи, вентилятори, охолоджуюче повітря та рідини).

Так, на довідних випробуваннях на надійність бортового обладнання винищувача США F/A-18A було встановлено, що в результаті підвищення температури виникає до 40 % відмов. Із-за підвищеного рівня вібрацій – 27 %, вологості до 19 %. влучання пилу та піску - до 6 %, із-за ударних перевантажень і падіння атмосферного тиску на висоті - решта 8% (рис.3.2). Випробування проводились на різні види впливу температури : короточасний, тривалий в діапазоні від 65°C до 85°C на час вмикання до 4-х годин. Загальна тривалість випробувань склала 6000 льотних годин, що відповідало призначеному технічному ресурсу літака з доводками елементів.

Рис. 3.2 Розподіл факторів, що впливають на надійність обладнання ЛА.

На літаку F-22, який проектувався за програмою ATF полегшення температурного режиму було забезпечено розміщенням більшості обладнання в стійках з використанням рідинної системи охолодження до температури 16°C .

3.1.3. Ударно-вібраційні режими

До динамічних навантажень, під впливом яких знаходиться бортове обладнання, належать:

- 1) сильні удари під час зльоту та посадки;
- 2) помірні періодичні удари в процесі польоту, які виникають при маневруванні літака;
- 3) вібрація в певному діапазоні частот, яка обумовлена вібрацією працюючих двигунів, гвинтів. Для бойових літаків - це діапазон частот від 5 до 500 Гц з амплітудою при мінімальній частоті 25 мм.

Захист апаратури від динамічних впливів здійснюється за допомогою амортизаторів. Відрізняють жорсткі (протиударні) та м'які (противібраційні) амортизатори. В протиударних амортизаторах використовують працюючі на стискання пружні матеріали (гума). Пристрої з невеликою масою здатні витримувати значні навантаження без застосування протиударних амортизаторів.

У протівібраційних амортизаторах пружний матеріал зазвичай працює на зсув. Важкий ударно-вібраційний режим роботи об'єктів особливо шкідливий для об'єктів АО, які обертаються (електродвигуни, генератори та ін.). В цих об'єктах із-за впливу ударного навантаження виникають відмови підшипників, особливо якщо в момент удару підшипник нерухомий або обертається повільно. Підшипник може витримати навантаження, яке в 6...10 разів перевищує статичну вантажопідйомність. Однак для надійної роботи підшипника бажано, щоб припустиме навантаження не перевищувало половини статичної вантажопідйомності.

В процесі довідних випробувань АТ максимальна кількість відмов бортового обладнання виникає під час серій вібрацій та з вини вібрацій (рис.3.3). Під час вібровипробувань з вини вібрацій на початковому періоді випробувань виникає до 65% відмов і на кінцевому - до 35-40%.

АТ

Рис. 3.3. Відсоток відмов з вини вібрації в серії вібровипробувань

3.1.4. Способи підвищення надійності на етапі проектування

Можна виділити чотири груп способів підвищення надійності технічних об'єктів при їх проектуванні:

- системні методи;

- схемні методи;
- конструктивні методи;
- планування експлуатаційних заходів.

До системних методів належать організаційні в тому числі й економічні заходи зі стимулювання підвищення надійності та ряд технічних заходів із забезпечення надійності до етапу проектування, які включають програму забезпечення надійності.

Як приклад організаційно-економічних заходів можна розглянути питання про гарантійний ремонт, який прийнятий у вітчизняних ВПС (гарантійний термін служби виробів АТ - 2 роки). Коли ціна виробу призначається без урахування гарантійних витрат, розробники та випробники виробів прагнуть забезпечити лише мінімально припустимий рівень надійності. Будь-які додаткові витрати з підвищення надійності зменшують прибуток. Становище змінюється, якщо у вартість виробу включаються вироби на гарантійний ремонт і обслуговування. При цьому виробник враховує, що при підвищенні надійності виробів зменшуються витрати на гарантійний ремонт та обслуговування, тобто прибуток стає найбільшим при більш високому рівні надійності, ніж мінімально припустимий. Розробник стає зацікавленим знайти цей оптимальний, з точки зору витрат, рівень надійності та досягнути його.

Як інший приклад організаційно-економічних заходів із стимулювання надійності можна навести підхід до забезпечення надійності ЛА на протязі всього життєвого циклу. Так, згідно з контрактом із замовником була запропонована спеціальна премія в розмірі 12 млн. дол. за досягнення заданих показників надійності та ремонтпридатності на палубних винищувачах-штурмовиках F/A-18A при нальоті парка цих літаків 1200 і 9000 годин.

До технічних заходів забезпечення надійності на ранній стадії проектування належать такі пункти технічного завдання (ТЗ) на розробляємий проект:

- вибір і обґрунтування стратегії технічного обслуговування та ремонту (за календарем, за наробітком, за станом з контролем параметрів або рівня надійності) і основних принципів побудови програм ТО і Р (наприклад, обслуговування по відсіках, наявність вбудованих засобів контролю);
- вибір і обґрунтування основних показників надійності, призначення норм надійності та розподіл норм надійності за системами та елементами;
- складання програм забезпечення надійності.

3.2. Аналого-цифрове перетворення інформаційно-діагностичних параметрів

У вимірювальному каналі з цифровим перетворенням значення діагностичного параметра знаходиться між двома відомими значеннями:

$$, \quad (3.1)$$

де Dx_k - крок квантування.

При цьому значення діагностичного параметра X можна виразити цифровим еквівалентом трьома способами:

- меншим числом $N_x = N$;
- великим числом $N_x = N + 1$;
- середнім з них $N_x = N + 0,5$.

У будь-якому випадку розрізняють:

- абсолютну похибка квантування δ
- відносна похибка квантування $\delta_k = 1/N_x$.

У першому випадку при оцінці X нижнім числовим значенням рівняння вимірювального перетворювача, що відображає залежність між входом і виходом, запишеться у вигляді:

$$(3.2)$$

де a - ціла частина числа a .

Похибка квантування складе:

$$, \quad (3.3)$$

де b - дробова частина числа a .

Залежності $N_x(x)$, $dx_k(x)$ і щільність розподілу похибки квантування $f(dx_k)$ наведено на рис. 3.1.

Закон розподілу похибки $f(dx_k)$ є рівномірним і несимметричним щодо нуля, знаходиться в області негативних значень аргумента.

Рис. 3.1. Подання діагностичного параметра X меншим числовим значенням коду ($N_x=N$) і щільність розподілу похибки квантування

Максимальна похибка квантування дорівнює $(dx_k)_{\max} = -Dx_k$.

Математичне сподівання похибки квантування $M[dx_k] = -0,5Dx_k$.

У другому випадку . Похибка від квантування визначається виразом .

Закон розподілу похибки $f(dx_k)$ є рівномірним і несиметричною щодо нуля, знаходиться в області позитивних значень аргумента.

Максимальна похибка квантування дорівнює $(dx_k)_{\max} = Dx_k$.

Математичне сподівання похибки квантування $M[dx_k] = 0,5Dx_k$.

У третьому випадку результат перетворення зрушений на половину одиниці:

$$(3.4)$$

Залежності $N_x(x)$, $dx_k(x)$ $f(dx_k)$ наведено на рис. 3.2.

Рис. 3.2. Подання діагностичного параметра X великим числовим значенням коду ($N_x=N+1$) і щільність розподілу похибки квантування

Похибка квантування визначиться залежністю:

$$\cdot \quad (3.5)$$

Практично цей спосіб реалізується введенням постійної поправки в x , рівній $0.5 \times D_{xk}$, яка компенсує систематичну складову похибки діяльності від квантування.

Залежності $N_x(x)$, $dx_k(x)$ і $f(dx_k)$ наведено на рис. 3.3.

Рис. 3.3. Подання діагностичного параметра X середнім числовим значенням коду ($N_x=N+0,5$) і щільність розподілу похибки квантування

Як і раніше, розподіл похибки квантування є рівномірним:

$$\text{при} \quad (3.6)$$

Максимальна похибка становить

Математичне сподівання похибки - це і означає, що систематична складова похибки квантування усунуто (компенсована постійної поправкою $0.5 \times D_{xk}$).

Знайдемо середнє квадратичне відхилення похибки квантування через дисперсію яка визначається як другий момент випадкової величини, щодо центру розсіювання:

$$(3.7)$$

звідки:

$$(3.8)$$

Далі знайдемо с.к.в. сумарної похибки вимірювально-перетворювального каналу, яка обумовлена дією наведених до входу шумів і перешкод і квантуванням результату вимірювання з кроком. Вказані складові сумарної похибки перетворення взаємно незалежними. Відомо, що дисперсія суми незалежних випадкових величин дорівнює сумі дисперсій цих величин. Тоді отримуємо

$$\text{звідки} \quad (3.9)$$

3.3. Методика визначення точності вимірників, кроку квантування і розрядності коду, що забезпечують задану достовірність діагностики

В процесі проектування виробів і систем авіоніки з вбудованими засобами контролю вибирається той або інший алгоритм діагностики, забезпечує задану достовірність діагностики D_{\min} сукупності n діагностичних параметрів, при цьому сумарна допустима помилка діагностування при контролі i -того параметра визначається виразом

$$a_i + b_i = 1 - D_{i.\min}, \quad (3.10)$$

У разі однакових (рівних) вимог до достовірності діагностики системи по всьому n параметрами.

Наступним кроком є вибір параметрів алгоритмів діагностування n , g і α , необхідної точності Δ цифрових вимірювальних приладів ВЗК, а також здійснюється призначення (уточнення) експлуатаційного допуску Δ при відомому розсіюванні діагностичного параметра s_x . Оскільки в похибка вимірювального каналу вносить вклад і похибка квантування s_k , слідує вираз для відносної координати z записати у вигляді $z = s_c / s_x$, де сумарна похибка s_c цифрового виміру параметра об'єднує s_e і s_k . Таким чином, значення сумарної

похибки буде залежати від виду застосовуваного алгоритму організації діагностичного процесу.

Подальші дослідження спрямовані на оцінку допустимого значення σ_e наведених до входу вимірювального каналу перешкод і шумів і визначення кроку квантування D_{xk} і розрядності коду N_x , що надходить в цифровий компаратор для аналізу (порівняння з допусками), і залежить від допустимого значення середньої квадратичної похибки квантування.

Оскільки значення як діагностичного параметра, так і похибок вимірювання і перетворення є випадковими величинами, правомірно виникає питання про те, з якою мірою впевненості при реалізованих σ_e і σ_k можна очікувати, що імовірність невірної рішення (помилкового висновку про технічний стан системи) не перевищить заданого значення.

Щоб дати уявлення про точності і надійності контролю параметра, користуються довірчими інтервалами I_d і довірчими вірогідністю P_d . При відомому законі розподілу похибки зазначені категорії визначаються досить нескладно:

- довірчий інтервал I_d задається числом C середніх квадратичних відхилень;

- довірна ймовірність P_d визначається як ймовірність потрапляння випадкової величини в заданий інтервал I_d .

Для оцінки довіри беруть досить велике значення цієї ймовірності – зазвичай $P_d = 0,800 \dots 0,999$. У математичній статистиці детальні (тобто з малим кроком) таблиці пар значень I_d і P_d при нормальному законі розподілу випадкових величин; фрагмент такої таблиці для похибки e , розподіл якої є нормальним, наведено в табл. 3.1; рис. 3.4-пояснює зв'язок між I_d і P_d .

Похибка квантування має рівномірний розподіл (Рис. 3.5) з середнім квадратичним відхиленням:

,

при цьому вірогідність попадання випадкової величини в інтервал від r_1 до r_2 становить:

$$P(r_1 < dx_k < r_2) = (r_2 - r_1) / D_{xk} . \quad (3.11)$$

Таблиця 3.1

Довірчі ймовірності та довірчі інтервали при нормальному розподілі похибки вимірювання

Довірча вірогідність P_d Довірчий інтервал I_d - число с.к.в.

0,800 1,282

0,850 1,439

0,900 1,643

0,950 1,960

0,975 2,200

0,990 2,576

0,995 2,934

0,993 3,000

0,999 3,290

Результати розрахунків довірчих ймовірностей і відповідних їм довірчих інтервалів, вимірюваних числом с.к.в., наведено в табл. 3.2; при цьому значення R_d збігаються з вірогідністю в табл. 3.1 для NORM-розподілу очевидно, слід прийняти однакову ступінь довіри до ймовірності вірного рішення про технічний стан виробів і систем авіоніки при наявності кожної з двох похибок, тобто).

Таблиця 3.2

Довірчі ймовірності та довірчі інтервали

при рівномірному розподілі похибки квантування

Довірча вірогідність R_d Довірчий інтервал I_d - число с.к.в.

0,800	1,386
0,850	1,472
0,900	1,559
0,950	1,645
0,975	1,689
0,990	1,715
0,995	1,723
0,993	1,727
0,999	1,730

Візьмемо ставлення довірчі інтервали при однакових R_d , позначимо його і результат запишемо в 4-ий стовпчик узагальненої таблиці (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Узагальнена таблиця довірчих ймовірностей та довірчих інтервалів

Довірча ймовірність R_d Довірчий інтервал I_d

NORM		RAVN		
0,800	1,282	1,386	1,0811	0,6790
0,850	1,439	1,472	1,0229	0,6990
0,900	1,643	1,559	0,9489	0,7254
0,950	1,960	1,645	0,8393	0,7660
0,975	2,200	1,689	0,7677	0,7932

0,990	2,576	1,715	0,6656	0,8325
0,995	2,934	1,723	0,5873	0,8623
0,993	3,000	1,727	0,5757	0,8666
0,999	3,290	1,730	0,5229	0,8862

У п'ятий її стовпчик запишемо ставлення , яке виходить підстановкою у вираз для сумарного с.к.в. вимірювального каналу:

звідки

(3.12)

Залежності $h_1(P_d)$ і $h_1(P_d)$ наведено на рис. 3.6.

З урахуванням викладеного, точностні параметри вимірювального аналого-цифрового перетворювача (при функціональному діагностування) і керованих кодом генераторів діагностичних сигнатур (при тестовому діагностуванні) визначаються за наступною методикою:

1. Визначення сумарної допустимої похибки вимірювачів СВК:

де z - нормоване значення похибки, що забезпечує при вибраному алгоритмі задану достовірність діагностики;

2. Визначення допустимого значення випадкової похибки вимірювання обумовленої шумами і перешкодами в ланцюгах. Для цього заходимо в табл. 3.3 по заданому значенню довірчою імовірністю R_d і фіксуємо в відповідному рядку значення Знаходимо:

3. Визначаємо допустиме значення похибки квантування:

4. Визначаємо максимально допустиме значення кроку квантування:

$$(3.13)$$

5. Знаходимо необхідну розрядність коду N_x на виході вимірювального перетворювача по максимальному значенню x_{\max} діагностичного параметра та отриманому в п. 4 кроку квантування Δx_k :

$$, \quad (3.14)$$

де $x_{\max} = x_{\text{ном}} + 3\sigma_x$.

На закінчення відзначимо, що вплив похибки Δx_k , розподіленої рівномірно, приводить композиції Δx_k і Δ до зменшення довірчих інтервалів порівняно з нормальним розподілом.

3.4. Методика визначення поля зору

Полем зору називається простір, який сприймається оком при непорушному погляді. На рис. 3.7 зображений периметр Ферстера. Посадивши особу, яка випробовується, перед периметром, їй пропонують уважно дивитися на фіксаційну точку, а потім повільно пересувають пробні об'єкти від периферії до центру таким чином, щоб випробовувана особа не бочила переміщення руки, що тримає тест.

Рис. 3.7. Периметр Ферстера

Оскільки периферійна частина сітківки краще сприяє Рух предметів, ніж їхню яскравість, то пробні об'єкти потрібно трошки переміщати вперед-назад. За сигналом, який подає особа, що випробовується, визначають момент, коли об'єкт стає для неї видимий. Меридіан і градуси цієї точки позначають на спеціальній схемі (рис.3.8.)

Рис. 3.8. Схема для нанесення поля зору

Попередні висновки 3 розділу.

Може скластися враження, що вся складність управління авіаційною технікою пов'язана з процесами отримання, переробки інформації, прийняття рішень і діями з органами управління. Але це не так. Облік даних ергономічної антропології представляє складне завдання. При конструюванні місця пілота з'ясувалося, що при катапультиванні носки ніг пілота зачіпають за край приладової панелі. Було запропоновано три варіанти конструкцій, що зменшують силу удару: поглинаючий енергію матеріал, що покриває край панелі; вільно висить панель; пристрій, що спрямовує ногу. Була створена математична модель ситуації, що враховує вагу пілота, швидкість катапультивання, різні положення ніг і стегон, розрахована сила удару та її вплив на ноги, хребет і таз. Найкращою виявилася конструкція направляючого пристрою. Були проведені випробування на тренажері з манекенами, а потім з пілотами, які відзначали або повна відсутність удару, або незначне його вплив.

Виконано дослідження впливу похибки квантування на результат аналого-цифрового перетворення діагностичного параметра. Розроблена методика завдання вимог до параметрів (кроку квантування і розрядності запам'ятовуючих пристроїв на основі двійкових лічильників) цифрових перетворювачів, що забезпечують функціональне діагностування систем авіоніки з достовірністю, не менш заданої.

РОЗДІЛ 4

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ І ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ КОМПОНУВАННЯ ДОШКИ ПІЛОТІВ З ПОЗИЦІЇ ЕРГОНОМІКИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА

Абсолютно очевидно, що виконання ремонтно-відновних робіт, так само як і робіт по попереджувальних замінах, що реалізуються згідно стратегії технічного обслуговування по стану, неможливо забезпечити за відсутності комплекту основних елементів. Очевидно також, що правильне рішення задачі за визначенням кількості основних елементів, в першу чергу, залежить від точності оцінки надійності ФС як відновлюваного об'єкту, зокрема, від числа відмов елементів за період $T_{з.до}$, на який розрахований основний комплект. При цьому елементи основного комплекту можуть бути як відновлюваними (ТЕЗ і субмодулі-плати у складі ТЕЗ), так і невідновними (вироби електронної техніки - мікросхеми, діоди, резистори і тому подібне і електромеханічні вироби - реле, сельсини, контактори).

4.1. Визначення періоду використання основного комплекту при проектуванні дошки пілота

Основною характеристикою для розрахунку необхідної кількості основних невідновних елементів є математичне очікування числа відмов елементів відповідного типу за розрахунковий період:

$$T_{з.к} = T_{сл} - T_0 ,$$

(4.1)

де T_o - очікуване значення напрацювання відновлюваної системи, при якій з'являється перша відмова;

T_{cl} – тривалість життєвого циклу(середній термін служби) системи.

Математичне очікування числа відмов Ω_i за час $T_{з.к}$ для одного елемента i -го типу, що має DN -розподіл відмов, залежить від його сумарного напрацювання і визначається таким чином:

$$\Omega_i(T_{з.к}) = \Omega_{2i}(T_{cl}) - \Omega_{1i}(T_o), \quad (4.2)$$

$$\Omega_{1i}(T_o) = \sum_{m=1}^{\infty} \left[\Phi \left(\frac{T_o - mt_{oi}}{v_{oi} \sqrt{T_o t_{oi}}} \right) + \exp \left(\frac{2m}{v_{oi}^2} \right) \Phi \left(- \frac{T_o + mt_{oi}}{v_{oi} \sqrt{T_o t_{oi}}} \right) \right], \quad (4.3)$$

$$\Omega_{2i}(T_{cl}) = \sum_{m=1}^{\infty} \left[\Phi \left(\frac{T_{cl} - mt_{oi}}{v_{oi} \sqrt{T_{cl} t_{oi}}} \right) + \exp \left(\frac{2m}{v_{oi}^2} \right) \Phi \left(- \frac{T_{cl} + mt_{oi}}{v_{oi} \sqrt{T_{cl} t_{oi}}} \right) \right], \quad (4.4)$$

Де $\Omega_{1i}(T_o)$, $\Omega_{2i}(T_{cl})$ – математичне сподівання кількості відмов елементів i -го типу на моменти напрацювання системи, відповідні початку (T_o) і закінченню (T_{cl}) розрахункового періоду використання основних елементів $T_{з.к}$ (табличні функції).

Визначення кількості відмов за розрахунковий період для невідновлюваних ТЕЗ з урахуванням припущення про незалежності відмов у різних елементах, що входять до складу системи, число відмов елементів i -го типу за період $T_{з.к}$ визначиться виразом:

$$b_i = n_i \Omega_i(T_{з.к}).$$

(4.5)

Визначення кількості відмов за розрахунковий період для відновлюваних ТЕЗ, для розрахунку основних відновлюваних субмодулей визначальною характеристикою є математичне сподівання кількості відмов за час відновлення T_{ϵ} , яке визначається аналогічно:

$$\Omega_j = \Omega_{2j} - \Omega_{1j}, \quad (4.6)$$

$$\Omega_{1j} = \sum_{m=1}^{\infty} \left[\Phi \left(\frac{T_o - m t_{oj}}{v_{oj} \sqrt{T_o t_{oj}}} \right) + \exp \left(\frac{2m}{v_{oj}^2} \right) \Phi \left(- \frac{T_o + m t_{oj}}{v_{oj} \sqrt{T_o t_{oj}}} \right) \right], \quad (4.7)$$

$$\Omega_{2j} = \sum_{m=1}^{\infty} \left[\Phi \left(\frac{T_o + T_{\epsilon} - m t_{oj}}{v_{oi} \sqrt{(T_o + T_{\epsilon}) t_{oj}}} \right) + \exp \left(\frac{2m}{v_{oj}^2} \right) \Phi \left(- \frac{T_o + T_{\epsilon} + m t_{oj}}{v_{oj} \sqrt{(T_o + T_{\epsilon}) t_{oj}}} \right) \right]. \quad (4.8)$$

Математичне сподівання кількості відмов елементів (субмодулей) за час відновлення T_{ϵ} визначається виразом

$$c_j = n_j \cdot \Omega_j(T_{\epsilon}). \quad (4.9)$$

4.2. Обґрунтування показник достатності основного комплексу дошки

пілота

Кількість основних елементів в комплекті обмежена, це призводить до зниження комплексного показника надійності коефіцієнта готовності до вильоту. Для забезпечення регулярності польотів необхідно збільшувати комплект основних елементів, субмодулів і ТЕЗ. Однак слід враховувати, що надмірне збільшення комплекти основних елементів підвищує вартість експлуатації ПС.

У зв'язку з цим доцільно розглянути показник достатності, що характеризує рівень надійності комплекти основних елементів. Для невідновлюваних основних елементів показник достатності - це ймовірність P_d того, що за час $T_{з.к}$ не відбудеться жодного вимушеного перебування ТЕЗ в непрацездатному стані через відсутність основних елементів.

Таким чином, P_d визначає ймовірність того, що кількість відмов b_i елементів i -го типу за час $T_{з.к}$ не перевищить кількості основних елементів даного типу Z_i .

По відношенню до повітряному судну у цілому показник достатності основних елементів - це ймовірність виключення ситуації “літак на землі через відсутність ТЕЗ” протягом строку служби системи.

Оскільки напруження до відмови і поява певної кількості відмов за фіксований час є взаємопов'язаними процесами, то ймовірність виконання нерівності $b_i < Z_i$ можна описати DN - розподілом виду

$$P_{di} = \text{Вер}\{b_i < Z_i\} = \Phi\left(\frac{Z_i - b_i}{v_{0i} \sqrt{Z_i}}\right) - \exp\left(\frac{2b_i}{v_{0i}^2}\right) \Phi\left(-\frac{Z_i + b_i}{v_{0i} \sqrt{Z_i}}\right). \quad (4.10)$$

Задаючись рівнем достатності P_d за значенням очікуваної кількості відмов b_i елементів i -го типу, з рівняння (4.10) знаходимо $Z_i = \varphi(P_{di}, b_i)$ - кількість основних невідновлюваних елементів i -го типу, що забезпечує заданий рівень достатності P_d .

Показник достатності P_d для відновлюваних основних елементів записується аналогічно (4.10). Значення показника достатності забезпечення функціональних систем ПС основними елементами залежно від вимог і умов експлуатації вибирається з діапазону 0,9900...0,9999. Якщо у складі системи є N типонаминалов, то необхідний показник достатності на кожен тип елементів системи визначається

$$P_{di} = (P_d)^{1/N}. \quad (4.11)$$

Таким чином, для розрахунку комплекти основних елементів необхідні наступні дані:

- вид комплекта основних елементів (відновлювані або невідновлювані);
- період $T_{з.к.}$, на який розраховується кількість основних елементів;
- показник достатності P_d забезпечення ФС основними елементами;
- характеристики безвідмовності елементів i -го типу - параметри μ_i і ν_i .

Розрахунок комплекту основних елементів є точним для нерезервированих ФС ПС і відповідає нижній оцінці достатності (позитивний запас по параметру забезпечення) для випадку структурного резервування різної кратності.

4.3. Алгоритм і програма розрахунку основного комплексу дошки пілотів

Для кількісної оцінки основного комплексу необхідно виконати рішення рівняння (4.10), яке щодо певної величини Z_i є трансцендентним, оскільки Z_i входить до складу аргументів $ARG1 = (Z_i - b_i)/(v_{oi} \cdot \sqrt{Z_i})$ і $ARG2 = - (Z_i + b_i)/(v_{oi} \cdot \sqrt{Z_i})$ табличній функції нормованого нормального розподілу $\Phi (ARG)$ і в явному вигляді виражено бути не може. В результаті аналізу чисельних методів встановлено, що рішення трансцендентного рівняння може бути виконано на основі методу послідовного наближення з використанням половинного розбиття інтервалу, в якому зафіксовано значення Z_i , що задовольняє нерівності (4.10).

У пропонованому варіанті методу рішення рівняння (4.10) попередньо виконується розрахунок функції розподілу кількості відмов $F_i (P_{\partial j}; b_j, v_{oj}; Z_i)$ в діапазоні її існування (від 0 до 1), розділеному на 100 рівних інтервалів ($0 < i \leq 100$). Такий розрахунок здійснюється для кожного типонаминала (компонента конкретного j -го типу, що входить до складу системи авіоніки), що характеризується параметрами b_j і v_{oj} . Рис. 4.1 пояснює сказане вище.

Далі організовується цикл з змінної i , на кожному кроці якого перевіряється виконання нерівності $P_{\partial j} < F_i$. В результаті фіксується інтервал (F_{i-1}, F_i) , в якому знаходиться задане значення показника достатності $P_{\partial j}$, а також два значення Z_k і Z_{k+1} (рис. 4.2), що визначають необхідну кількість основних елементів для компонента j -го типу.

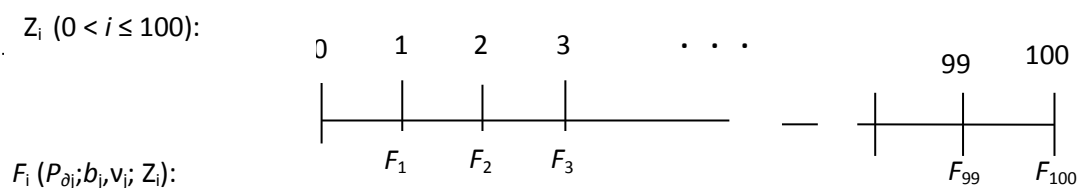


Рис. 4.1. До
розподілу кількості відмов

обчислення функції

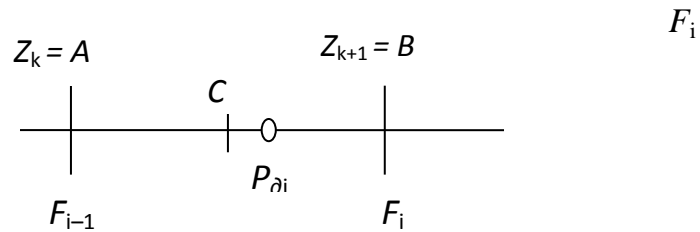


Рис. 4.2. До визначення цілочисельного значення Z_j

Застосовуючи до цього інтервалу операцію дихотомії (половинного розбиття) і округлюючи результат до цілого, отримуємо рішення уравнения (4.10). Розроблена блок блок-схема алгоритму рішення трансцендентного рівняння.

Вихідними даними для рішення є:

- N - число типономиналов (компонентів, блоків), які утворюють систему авіоніки,
- $P_{\partial j}$ - показник достатності основних блоків для системи в цілому,
- $\nu_{\partial j}$ - коефіцієнт варіації напрацювання блоку j -го типу до відмови,
- b_j - очікувана кількість відмов блоку j -го типу протягом періоду $T_{з.к}$.

Алгоритм рішення трансцендентного рівняння реалізований на основі комп'ютерної програми на мові BASIC-80. Програма забезпечена *rem*-коментарями і не викликає труднощів у користувачів.

4.4. Вплив параметрів системи авіоніки на чисельність основного комплекту дошки пілотів

На завершення цього розділу виконаємо аналіз впливу задавалася показник достатності P_0 і коефіцієнта варіації напрацювання до відмови v ТЕЗ на кількісні характеристики основних елементів. Результати розрахунків представлені на рис. 4.8, 4.9.

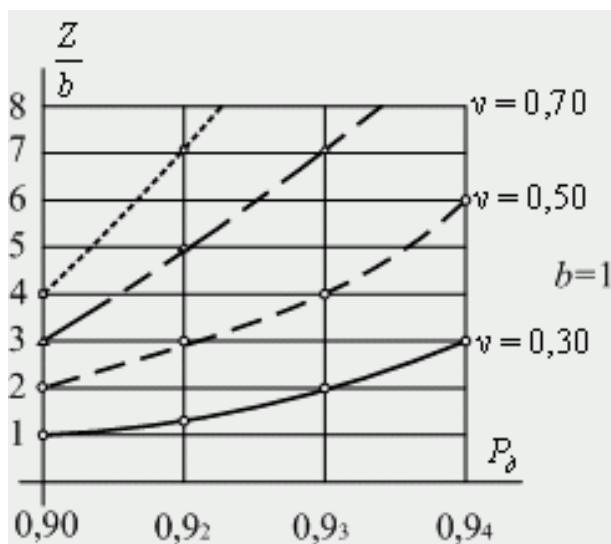


Рис. 4.8. Вплив показник достатності P_0 і коефіцієнта варіації напрацювання до відмови v на

відносну чисельність основних елементів z/b при $b=1$

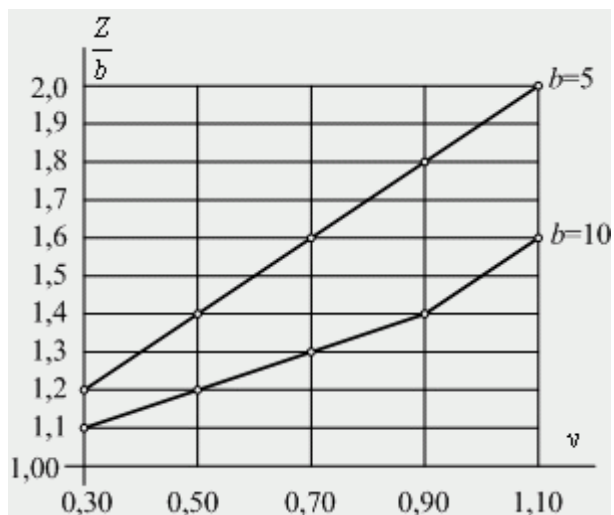


Рис. 4.9. Вплив коефіцієнта варіації напрацювання до відмови v і очікуваної кількості відмов b на відносну чисельність основних елементів z/b при $P_d = 0,90$

Аналіз результатів розрахунків дозволяє відзначити наступне.

1. Відносна кількість основних елементів i -го типу визначається:

- кількістю елементів n_i у складі системи;
- закладеним в елементах ресурсом (при проектуванні і виготовленні), характеризуемим довідковими значеннями інтенсивностей відмов λ_{ci} ;
- реальними навантаженнями в умовах льотної експлуатації, дія яких прискорює деградаційні процеси і значною мірою визначає середню напрацювання елементів до відмови t_{oi} ;
- коефіцієнт варіації пої напрацювання елементів до відмови;
- очікуваним числом відмов b_i елементів i -го типу за розрахунковий період T_n використання запасного комплекту.

2. Досить істотний вплив на кількісний склад основних елементів надає ставиться при розрахунку показник достатності P_d . Його вплив особливо значно для елементів з великим розсіюванням напрацювання на відмову ($v \geq 0,70$).

3. При заданому критерії граничного стану розрахунковий період використання основного комплекту $T_{з,к}$ однозначно визначається параметрами μ і v елементів і їх чисельністю n у складі ТЕЗ.

4.5 Пропозиції щодо принципів відображення інформації на електронних пілотажних дисплеях дошки пілотів повітряних суден

Основним способом подання інформації екіпажу є індикація за допомогою різних приладів, сигналізаторів і електронних індикаторів, які розміщують на приладових панелях у кабіні екіпажа. Незважаючи на велику розмаїтість літальних апаратів існують загальні правила розташування

індикаторних пристроїв на приладових дошках відповідно до виду представленої інформації . У кабіні літака із двома пілотами перед ними розміщуються три приладових дошки.

Приладові дошки встановлюють так, щоб відстань від очей пілота до лицьових частин приладів, розташованих на його приладовій дошці, становило 600-800 мм.

Напроти кожного пілота в зоні 1 розміщаються основні пілотажно-навігаційні прилади: командно-пілотажний індикатор; навігаційно-плановий індикатор; показчики швидкісних та висотних параметрів.

В зоні 2 розміщуються додаткові пілотажно-навігаційні прилади: радіовисотомір; показчик числа М; показчик повітряної та шляхової швидкостей; показчик повороту й ковзання; комбінований показчик кута атаки і перевантаження.

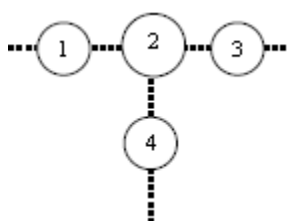
На середній приладовій дошці розміщаються в зоні 3 резервні пілотажно-навігаційні індикатори та в зоні 4 індикатори параметрів силової установки.

У зонах 5 розміщають відповідно аварійні, попереджувачі й повідомляючі світлосигналізатори.

У зонах 6 розташовують індикатори положення керуючих поверхонь літака.

У зонах 7 розташовують індикатори літакових систем.

У зоні 8 перебувають засоби керування пілотажно-навігаційним комплексом (пульт САУ).



Для основних пілотажно-навігаційних приладів у зоні 1 прийняте їх Т-подібне розташування. Прилади утворюють дві опорні лінії - горизонтальну й вертикальну. Уздовж горизонтальної лінії розташовуються прилади, що показують параметри руху в поздовжній і вертикальній площинах, по

вертикальній лінії розташовуються прилади, що показують рух у бічній площині. На перетинанні цих двох ліній перебуває командно-пілотажний індикатор або авіагоризонт, ліворуч від нього перебувають індикатори швидкісних параметрів (показчики повітряної швидкості, числа М и кута атаки). Праворуч розташовані індикатори висотних параметрів (основний висотомір, радиовисотомір і варіометр). Унизу розташований навігаційно-плановий індикатор. Таке розміщення приладів зручне для контролю польоту. Досить провести поглядом уздовж горизонтальної й вертикальної ліній, щоб визначити, чи відповідає режим польоту заданим параметрам, на які вказують командні індекси приладів.

На сучасних літаках функції окремих пілотажно-навігаційних приладів виконують комплексні електронні індикатори, які розміщаються в зоні 1. По лінії візування пілота розташовується електронний комплексний пілотажний індикатор (КПІ), збоку від нього або під ним в зоні 2 - комплексний індикатор навігаційної обстановки. Вся пілотажно-навігаційна інформація відображається на екранах цих двох індикаторів, причому для основних пілотажно-навігаційних параметрів зберігається їх Т-подібне розміщення.

Якщо на літаку встановлена електронна система сигналізації та індикації параметрів двигунів і літакових систем, її індикатори розташовуються у зоні 3.

Індикатори й сигналізатори прагнуть встановити на приладових дошках так, щоб тілесний кут поля зору щодо лінії візування був не більше:

- а) для пілотажно-навігаційних індикаторів - 25° ,
- б) для всіх інших індикаторів - 35° ,

Рекомендується всю візуальну сигналізацію виводити на одному екрані індикатора в межах кута $\pm 30^{\circ}$ від лінії візування пілота.

Електронні індикатори для подання інформації використовують різні види індикації.

Способи індикації інформації класифікуються

- по безперервності індикації;
- по типу представленої інформації;
- по ступеню деталізації інформації;
- по відображенню інформації про властивості об'єкта.

Одним із видів відображення інформації про властивості об'єкта є абстрактна індикація, яка у свою чергу буває шкальна, знакова й графічна.

В авіаційних приладах широке поширення одержала індикація у вигляді шкал різної форми: круглих, стрічкових, прямокутних, дискових, лімбових. Шкали можуть бути нерухомими або рухливими.

Найбільше поширення в авіації одержали круглі шкали з рухливою стрілкою. Шкальна індикація незамінна там, де потрібно спостерігати динаміку контрольованого процесу. Стрілки шкал зручно спостерігати периферичним зором, чого не скажеш про знакову індикацію.

Точність і швидкість зчитування показань зі шкали залежать від її виду, форми й розміру, відстані спостереження, інтервалу між мітками.

У більшості випадків кращі результати дає нерухлива шкала з рухливою стрілкою, особливо якщо присутні постійні коливання параметра або якщо важливі напрямки і швидкість зміни параметра.

Коли параметр має дуже великий вимірювальний діапазон перевагу має рухлива шкала, тому що мітка відліку в неї постійна. З метою економії простору екрана такі шкали часто розміщені у віконці, так що видно тільки поточну ділянку рухливої шкали (мал.5.6,б)

З погляду безпомилковості зчитування кращі результати дають круглі шкали, за ними ідуть напівкруглі і прямолінійні горизонтальні; гірші результати у вертикальних шкал. Однак в окремих випадках перевагу мають лінійні шкали, наприклад, вертикальні шкали зручні для індикації висоти і температури, горизонтальні - для індикації дальності. Також круглі шкали виявилися малопридатними для індикації неузгодженості параметра із заданим значенням. Для цієї мети застосовують рухливі вертикальні й

горизонтальні шкали. Додатковою перевагою лінійних шкал є малі розміри, що дозволяють їм займати менше місця на екрані електронного індикатора або на приладовій дошці.

В авіаційних приладах часто параметри представляють у вигляді цифрових лічильників. Це один з видів знакової індикації. Однак варто враховувати й деякі особливості. Для індикації параметрів керування ця форма індикації неприйнятна, для неї використовується тільки шкальна індикація. Лічильники ж використовують для індикації параметрів, для яких потрібні швидкі, точні розрахунки й немає необхідності знати напрямок і швидкість зміни параметра. У статичних умовах точність відліку по лічильнику вище, ніж по шкалі. Однак при швидкій зміні параметра кількість помилкових показників збільшується й стає більше, ніж у шкал.

Числові значення параметрів треба видавати тільки тоді, коли пілотові дійсно потрібно знати кількісну величину. Причому точність подання інформації повинна бути не вище тієї, котра потрібно пілотам для розв'язуваних у цей момент завдань. Надлишкова точність тільки збільшує час сприйняття інформації.

Електронні дисплеї, що розташовані в ближньому просторі кабіни екіпажу, сприймаються мозком людини інакше в порівнянні зі навколишнім простором, і представляють собою вилучену частину візуального світу яка являється для льотчика еталонною системою орієнтації.

Для аналізу впливу сприйняття пілотом інформації від електронних дисплеїв та електромеханічних приладів були проведені дослідження у яких порівнювалися способи подання пілотажних параметрів на рухливі й нерухомі вертикальні шкали. Виявилося, що використання рухливих шкал у більшій мірі змінює структуру дій льотчика й погіршує якість пілотування. Змінюється зорово-моторна регуляція. Тривалість фіксації погляду на рухливих шкалах істотно перевищує середні значення, встановлені для круглих шкал, індикація, видавана на рухливі шкали, заважає формуванню

механізму прогнозування, що регулює руховий акт. При цьому збільшується кількість рухів пілота, їхня амплітуда й швидкість.

В експерименті, проведеному на пілотажному стенді, льотчики виконували захід на посадку, в одному випадку, з використанням звичайних електромеханічних приладів із круглими шкалами, в іншому - з використанням екранного індикатора, на якому інформація про приладну і вертикальну швидкості була представлена у вигляді нерухомих вертикальних шкал, а висота відраховувалась цифровим лічильником. Експеримент показав, що пілотування в ручному режимі керування по екранному індикатору супроводжувалося порушенням раніш вироблених сенсомоторних навичок, наслідком чого з'явилося зниження точності пілотування.

4.6. Пропонується впровадження перспективних принципів формування приладової панелі літака майбутнього з використанням одного великого сенсорного екрану.

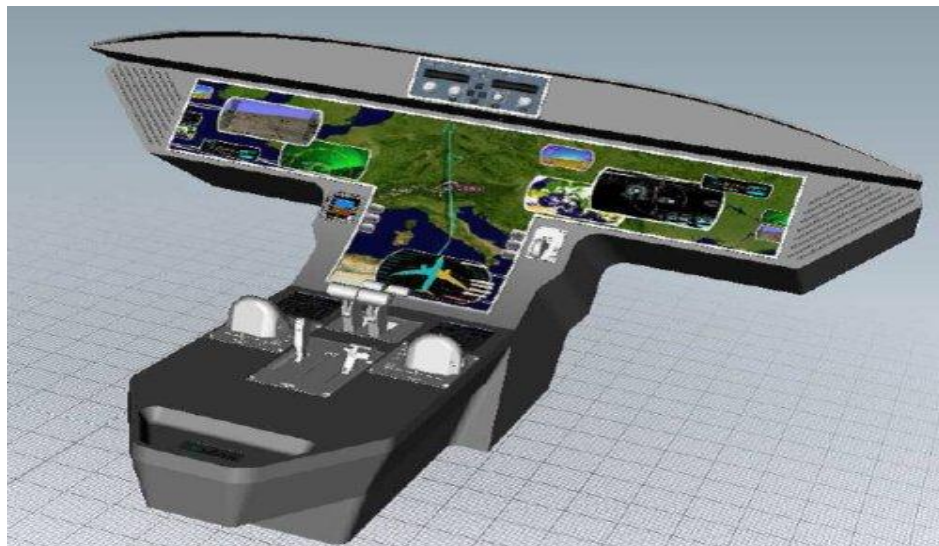


Кабіни літаків майбутнього в недалекому майбутньому позбавляться від безлічі вимірювальних, індикуються приладів і елементів управління.

Звичайно, деякі з них, найважливіші, все ж таки залишаться, але все інше буде розміщено на один великий інтерактивний сенсорний екран, розробкою якого займається компанія Thales. Компанія Thales, французька аерокосмічна компанія, на замовлення Єврокомісії створює новий екран, по суті, пульт керування літаком, який пілоти можуть самостійно налаштовувати з метою того, що б на екран виводилась сама необхідна для них інформація в потрібний момент часу.

Цей екран, названий ODICIS (One Display for a Cockpit Interactive Solution), для побудови зображення використовує кілька проекційних пристроїв на базі світлодіодів. Завдяки універсальності модулів та уніфікації програмного забезпечення екран можна виготовити будь-якої форми і розмірів, відповідно до обраного типу літака, на який він буде встановлюватися.

Глава компанії Thales, Денис Боннет (Denis Bonnet), розповів в інтерв'ю виданню "The Engineer", що екіпаж літака зможе самостійно зробити за допомогою цього екрану те, чого не може зробити комп'ютер, а точніше, вибрати оптимальне і зручний вид відображення і розташування інформації різного роду на цьому екрані. "У таких кабінах зазвичай знаходяться люди, які в повсякденному житті використовують високотехнологічні пристрої, такі як iPhone, iPad і їм подібні. Їм знайомі способи взаємодії з цими пристроями і ми надамо їм можливість взаємодіяти з їх робочим середовищем точно такими ж способами".



Використання надмірної кількості проекційних пристроїв в цьому дисплеї робить менш імовірним повна відмова пристрою. Якщо навіть деякі проектори вийдуть з ладу, то їх області зображення будуть "перехоплюватися" проекторами, розташованими по сусідству. Майбутні моделі подібних приладових панелей, ймовірно, будуть використовувати проекційні пристрої різних типів. Це буде зроблено все для того ж - для збільшення надійності всього пристрою в цілому як і у всіх високотехнологічних пристроїв, у цій приладовій панелі є свій секрет. В даному випадку цей секрет полягає в технології проектування зображення на близько розташований екран. В даному випадку, товщина всій панелі в зборі становить всього 15 сантиметрів. Як це вдалося реалізувати на практиці, Денис Боннет не пояснив, пославшись на ноу-хау і комерційну таємницю його компанії. Компанія Thales вже створила перший дослідний зразок такої панелі, а її фахівці вважають, що масове виробництво таких панелей для різних типів цивільних і військових повітряних судів може бути розпочато через п'ять-шість років. Більша частина цього часу піде на всебічне тестування системи з метою переконатися в тому, що вона задовольняє всім високим вимогам до авіаційної та космічної техніки.

4.7 Поліпшення ергономічних показників процесу сприйняття інформації і управління літаком по резервних приладах

Зсилаючись на вже існуючий патент №1838181

Винахід відноситься до області авіаційної ергономіки і може бути використана при створенні приладових дошок, поліпшення ергономічних показників процесу сприйняття інформації і управління літаком по резервних приладах, а також захист основних засобів відображення інформації від світлових променів з бічних напрямів. Приладова дошка, що містить основні і резервні засоби відображення інформації і органи управління, забезпечена додатковими бічними панелями, що обертаються, на тильних сторонах яких змонтовані резервні прилади. Причому панелі, що обертаються, забезпечені механізмом фіксації їх на певних кутах повороту. з.п. ф-лы, 3 мал.

Мета винаходу в поліпшенні ергономічних показників процесу сприйняття інформації по резервних приладах, а також захист основних засобів відображення інформації від світлових променів з бічних напрямів. На фіг.1 показана приладова дошка, вигляд збоку (з боку лівого льотчика); на фіг.2 те ж, вигляд спереду; на фіг.3 механізм фіксації, На приладовій дошці 1 встановлені екранні багатофункціональні індикатори для відображення пілотажно - навігаційної інформації, а також для контролю стану літакових систем. Такі індикатори встановлені по одному комплекту кожному льотчикові. Окрім них на приладовій дошці 1 встановлені органи управління і задатчики, для вибору режимів польоту.

З лівою і правою сторін каркаса приладової дошки 1 шарнірно кріпляться дві бічні панелі 3. Що мають можливість розвороту і установки в положення, коли їх тильна сторона виявляється паралельній площині приладової дошки 1, а встановлені резервні пілотажно-навігаційні індикатори лицьовими частинами опиняються в оптимальній для очей льотчика зоні знімання інформації.

Приладова дошка 1 пов'язана системою з'єднання з козирком 4 і центральним пультом управління 5 і є каркасною конструкцією, в якій вмонтовані екранні індикатори, що видають основну пілотажно - навігаційну інформацію. Бічні панелі 3 є несущою конструкцією для установки резервних приладів.

6-11 по своїй конструкції аналогічні приладовій дошці 1. Кріплення резервних приладів здійснюється із застосуванням відомих кріпильних деталей, аналогічних вживаним при установці основних 6 приладів. Підведення живлення до резервних приладів здійснюється традиційним способом за

допомогою гнучких джгутів. На панелях 3 встановлені за принципом хреста комплекти резервних приладів, до складу яких входять показчик швидкості 6, авіагоризонт 7, висотомір 8, варіометр 9, радіомагнітний індикатор 10. Система попередження зіткнення літаків у повітрі 11. Товщина панелей 3 визначається глибиною конкретних резервних приладів 6-11.

Використання приладів, наприклад, на рідких кристалах дозволяє зменшити їх глибину в 6-7 разів в порівнянні з електромеханічними і довести товщину бічних резервних панелей до 40-50 мм. 20 Поворотних панелей забезпечені механізмом фіксації, наприклад, типу підпружиненої кульки 11, що забезпечує фіксацію бічних панелей 3 в кінцевих положеннях (транспортному і робочому). Наявність проміжних точок фіксації дозволяє використати бічні панелі 3 в якості захисних екранів від засвета лицьових частин основних пілотажно-навігаційних індикаторів. 2 світловими променями з бічних напрямів.

В нормальній польотній обстановці льотчики користуються пілотажно-навігаційною інформацією з індикаторів 2, розташованих на приладовій дошці 1. У разі відмови основних приладів бічних панелі 3 обертаються з втопленого у бічній ніші положення в робоче положення до поєднання їх з площиною приладової дошки 1. У момент зіткнення бічної панелі 3 з площиною приладової дошки 1 відбувається включення резервних приладів. При цьому резервні прилади встановлюються в оптимальній для очей зоні знімання інформації і льотчики здійснюють управління літальним апаратом по цих приладах.

Використання бічних панелей 3 в якості захисних екранів від засвета лицьових частин індикаторів світловими променями робиться в міру необхідності за рахунок фіксації їх в певних положеннях залежно від напрямку засвічуючого світлового потоку.

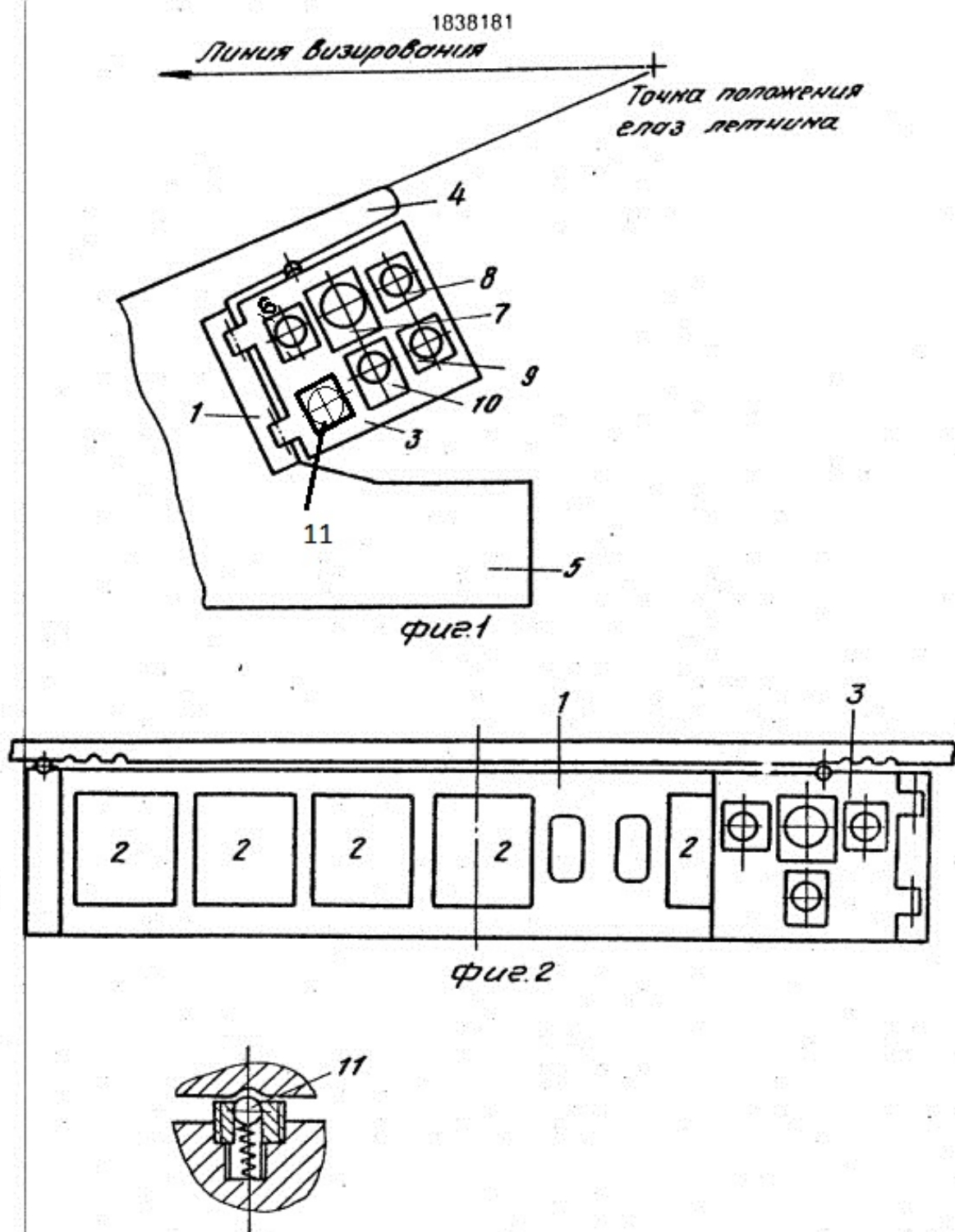
Пропоноване технічне рішення дозволяє поліпшити ергономічні показники кабіни екіпажа в частині підвищення точності прочитування інформації з кожного комплекту резервних пілотажно -навігаційних приладів на кожному робочому місці льотчиків і внаслідок цього підвищення точності пілотування літаком, зменшення стомлюваності льотчиків в процесі пілотування за рахунок оптимального розміщення приладів на лінії візування і внаслідок це підвищення безпека політ, більше раціональний використання площа приладовий дошка за рахунок винесення резервний пілотажно – навігаційний прилад за її межі.

Формула винаходу

1. Приладова дошка, що містить основні і резервні засоби відображення інформації, і органи управління, що відрізняються тим, що, з метою поліпшення ергономічних показників процесу сприйняття інформації і управління літаком по резервних приладах, вона забезпечена додатковими

бічними панелями, що обертаються, на тильних сторонах яких змонтовані резервні прилади.

2. Доска по п.1, що відрізняється тим, що. з метою захисту екранів основних засобів відображення інформації від світлових променів з бічних напрямів, панелі, що обертаються, забезпечені механізмом фіксації їх на певних кутах повороту



Попередні висновки 4 розділу. Формула вдосконалення авіаційних пристроїв.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

В розділі “ охорона праці ” розглянемо шкідливі і небезпечні виробничі фактори, що виникають на виробництві, зокрема небезпечні чинники, що завдають шкоди оператору ЕОМ.

В даний час досягнення науково-технічного прогресу дозволяють поліпшити умови праці на робочих місцях, зокрема звести ручну працю до мінімуму за рахунок механізації та автоматизації, комп'ютеризації та роботизації, де широке застосування знаходять засоби електронної техніки.

Метою даного розділу буде аналіз чинників, що впливають на здоров'я людини на робочому місці при використанні електронно-обчислювальної техніки, зокрема – ЕОМ.

5.1. Небезпечні та шкідливі фактори

Фактори можуть бути небезпечними і шкідливими. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів і їхня класифікація розглядається відповідно до ГОСТ 12.0.003.74. “ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация”. Фактори, що приводять до раптового погіршення здоров'я, називають небезпечними. До небезпечних виробничих факторів відносяться: небезпека ураження електричним струмом чи наявність статичної електрики. Фактори, вплив яких може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника, називають шкідливим.

Шкідливі фактори зв'язані з застосуванням токсичних речовин, радіовипромінюваннями.

Співробітники обчислювальних центрів зв'язані з впливом таких фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів, як підвищений рівень шуму,

недостатня освітленість робочої зони, підвищена або знижена вологість повітря, ураження електричним струмом, статична електрика, пожежна небезпека та інше.

На робітників впливають також психофізіологічні фактори: розумова перенапруга зорових і слухових аналізаторів, монотонність праці.

5.1.1. Підвищений рівень шуму в виробничому приміщенні

Безладне змішання небажаних для людини звуків різноманітної інтенсивності називають шумом. Звук при достатній силі сприймається вухом в діапазоні частот 16-16000 Гц, приблизно рівним 10 октавам. Наш слух володіє спроможністю реагувати не на абсолютний приріст частоти, а на відносну її зміну. Тривкий, постійний шум справляє на організм людини менший вплив, ніж нерегулярний шум мінливої амплітуди. Ця відмінність в ступені впливу на людину зумовлена спроможністю організму до само адаптації при більш-менш постійному впливі чинників, що дратують організм.

Шум негативно впливає на всю нервову систему або ж пошкоджує слуховий апарат. Шум, гучність якого перевищує 120дБ, може призвести до сталих змін нервової системи аж до летального кінця. Шум підвищує кров'яний тиск, що негативно відбивається на діяльності серцево-судинної системи, з'являється втома, роздратованість. Все це призводить до значного зниження працездатності.

Джерелами шуму при експлуатації обладнання є:

- вихідні периферійні прилади (принтер);

- вхідні периферійні прилади (дисководи, клавіатура);
- вентилятори, кондиціонери і т. д.

Допустимі по ГОСТ 12.1.029-80 рівні шуму в приміщенні для експлуатуючого ПЕОМ персоналу наведені у таблиці 5.1.

5.1.2. Недостатня штучна освітленість робочої зони.

Освітлення виробничих приміщень може бути природним і штучним. Освітлення називають суміщеним, коли в світлий час доби, недостатнє за нормами, природне освітлення доповнюється штучним.

Таблиця 5.1.

Сумарний рівень шуму, що створюється перевищує допустиму межу і чинить на обслуговуючий персонал негативну дію

Середньогометричні частоти октавних смуг, Гц								
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Еквівалентні рівні звуку, дБ								
71	61	54	49	45	42	40	38	

В СНиП II-4-79 (Природное и искусственное освещение. Нормы проектирования) передбачається обов'язкове природне освітлення всіх виробничих приміщень, а також адміністративних, підсобних і побутових.

Природне освітлення може бути:

- боковим (через світлові прорізи в зовнішніх стінах);
- верхнім (через світлові прорізи в дахах);

- комбінованим.

Показником ефективності природного освітлення є коефіцієнт природного освітлення (КПО), виражений у відсотках (%).

(5.1)

де:

E_v – освітлення в даній точці, від природного джерела світла, лк

E_n – освітленість поза приміщенням світлом всього небосхилу, лк.

Штучне освітлення виробничих ділянок і будинків може бути:

- загальним;
- місцевим;
- комбінованим.

Загальне освітлення може бути рівномірним при симетричному розташуванні світильників або посиленням на окремих ділянках виробничого приміщення.

При недостатній освітленості очі сильно втомлюються, знижується темп роботи, збільшується втомленість. При надзвичайно яскравому освітленні дратується сітківка ока, розсіюється увага.

У даному приміщенні застосовується загальне штучне освітлення. Для чого використовуються люмінесцентні лампи, переваги котрих у порівнянні з лампами накаливання полягають в наступному:

- висока віддача світла;
- кращий спектр світлового потоку;
- великий термін служби (в 2-5 раз вище, ніж у ламп накаливання)
- низька температура нагріву поверхні трубки.

Люмінесцентні лампи виконуються різноманітної забарвленості:

- холодного білого світла (ЛХБ),
- білого світла (ЛБ),
- теплого білого світла (ЛТБ),
- денного світла (ЛД),
- денного світла з покращеною передачею світла.

У даному приміщенні застосовуються лампи білого світла (ЛБ) з решітками ЛСО 02 (тип ламп ЛБ 404-4). Недостатнє освітлення - одна з причин низької продуктивності праці. Причина недостатності освітлення в робочому приміщенні зв'язана з недостатністю природного або штучного освітлення. В умовах недостатнього освітлення очі працюючого сильно напружені, у людини знижується тиск та якість роботи, погіршується загальний стан. На органи зору негативно позначається й надмірне освітлення.

Надмірне освітлення, яке може бути викликане наявністю зайвого штучного або природного освітлення, може привести до сліпоти, яка характеризується різким подразнюючими діями та різцю в очах, при цьому очі працюючого швидко втомлюються та зорове сприйняття погіршується.

5.1.3. Підвищена або знижена вологість повітря

Мікроклімат помешкання визначається чинним на організм людини співвідношенням ряду параметрів (температури, відносної вологості, швидкості руху повітря), котрі в робітничій зоні виробничого приміщення повинні задовольняти вимогам ГОСТ 12.1.005-88 (ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны).

Для оцінки мікроклімату в помешканнях роблять виміри температури, вологості, інтенсивності руху повітря і теплового випромінювання. Результати вимірів зрівнюються з установленими нормами. Оптимальні

значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих помешкань з урахуванням тяжкості виконуваної роботи і сезону року.

У залах обчислювальної техніки, при виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційною напругою, повинні дотримуватися оптимальні величини для робітничої зони (де робітничою зоною виробничих приміщень є простір висотою до 2 м над рівнем підлоги) - температура повітря 22-24°C, його відносна вологість 40-60% і швидкість руху (близько 0,1 м/с). Коливання температури в робітничій зоні, а також протягом зміни допускаються від 4-6°C. З метою профілактики теплових травм температура зовнішніх поверхонь технологічного обладнання або оточуючих його приладів не повинна перевищувати 45°C.

5.1.4. Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини

У зв'язку з тим, що ЕОМ – пристрій, що працює від електромережі, існує небезпека поразки людини електричним струмом. Споживачами електроенергії є 2 комп'ютера і принтер (в загальній кімнаті), сервер (в окремому помешканні) й освітлювальні прилади. Живлення ПЕОМ здійснюється від мережі частотою 50Гц і напругою 220В.

Згідно з ГОСТ 12.4.124–83. (ССБТ. Средства защиты от статического электричества) помешкання відносяться до категорії помешкань без підвищеної електронебезпеки, тому що в ньому відсутні чинники підвищеної електричної небезпеки: відносна вологість повітря менше 75%, температура повітря менше 35о С, відсутні пил і підлог, що проводять струм, а також виключена можливість одночасного доторку до корпусів електрообладнання і частин, що проводять струм.

Але наряду зі струмом робітників очікує небезпека зі сторони статичної електрики – заряди статичної електрики можуть виникати при зіткненні або

терті твердих матеріалів, при пересипанні однорідних і різнорідних матеріалів, що не проводять струм, при розбризкуванні діелектричних рідин, при транспортуванні сипучих речовин і рідин по трубопроводах і в інших випадках.

Токи розряду, що протікають через тіло людини, звичайно досягають невеликих значень (10^{-6} – 10^{-3} А), але у деяких випадках електризація тіла людини і можливі розряди на землю або частини виробничого обладнання, що були заземлені, а також електричний розряд з незаземленого обладнання через тіло людини на землю може викликати вкрай неприємні і болючі відчуття, а також стати причиною довільного скорочення м'язів людини, в результаті якого людина може отримати певний ступінь механічної травми (порізи, забої, переломи, струси і т. д.). До того ж тривалий вплив статичної електрики є причиною ряду захворювань.

Як наслідок індукційного ефекту при переміщенні людини, терті об одяг, обшивку стола, стільців, панелей обслуговуючий персонал може зарядитися до потенціалу в 40кВ. Вплив електростатичного розряду стає достатньо відчутним для людини при значенні потенціалу понад 3кВ, а при потенціалі понад 35кВ – спостерігається гостра судома.

Ці болючі відчуття вірні лише для випадків поразки статичною електрикою, тобто при струмах, що протікають через тіло людини, порядку мікроампер (мкА). При більш високих значеннях струмів наслідки поразки стають невимірно більш важкими (до смертельних випадків).

5.1.5. Підвищений рівень статичної електрики

Для обслуговуючого персоналу та операторів при роботі з ПК (персональними комп'ютерами) шкідливим фактором є вплив підвищеного рівня статичної електроенергії.

Заряд статичної електрики в робочій зоні виникає при зіткненні або терті твердих матеріалів (наприклад, розмотування рулонів паперу), при переписанні однорідних та різнорідних матеріалів та ін.

Статична електрика є джерелом значних перешкод, які впливають на точність відтворювання інформації, вона приводить до відмови елементів, є причиною виникнення пожегів та вибухів; шкідливо діє на організм людини.

В ряду випадків електризація тіла людини та можливий розряд на землю або заземлені частини виробничого обладнання, а також електричний розряд з незаземленого обладнання через тіло людини на землю може визвати вкрай неприємні больові та нервові відчуття і бути причиною вільного скорочення м'язів людини, в результаті якого людина може одержати певну ступінь механічної травми (порізи, удари, переломи, струс).

В результаті дії індукційного ефекту при пересування людини, тертя одягу по обшивці столу, стільців, панелей обслуговуючий персонал може зарядитися до потенціалу в 40кВ. Дія електричного розряду стає достатньо відчутний для людини при значенні потенціалу більше 3кВ, а при потенціалі більше 35кВ - спостерігається гостра судома. При більш високих значеннях струмів наслідки поразки стають більш важкими.

5.2. Технічні й організаційні заходи щодо зменшення рівня впливу шкідливих та ліквідації небезпечних виробничих факторів

Конструктивне оформлення блоків проєктуємого пристрою вирішено

таким чином, щоб виключити або звести до мінімуму можливість впливу на оператора перерахованих у попередньому підрозділі небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

5.2.1. Захист від підвищеного рівня шуму в виробничому приміщенні

Захист від підвищеного рівня шуму в виробничому приміщенні є обробка звукопоглинаючими матеріалами приміщення, встановлення установок та агрегатів на амортизаційну платформу що також зменшує і рівень вібрації. Та для кожного робітника бережи вуха якщо рівень перевищує рівень дозволеного.

5.2.2. Розрахунок освітлення

Від освітлення виробничих приміщень в значній мірі залежить продуктивність праці, якість роботи, і безпека праці.

Раціональне освітлення повинно відповідати ряду вимог:

- Повинно бути достатнім, щоб очі без напруги могли розрізняти деталі.
- Постійно весь час, для цього напруга в живлячій мережі не повинна коливатися більш ніж на 4%.
- Повинно бути рівнонаправленим робочим поверхням, щоб оку при роботі не приходилося зазнавати різкого світлового контрасту.

Будівельними нормами і правилами нормується штучне освітлення. Розрахунок штучного освітлення може бути виконаний декількома засобами.

Один з них - метод коефіцієнта використання світлового потоку, призначений для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь.

Розрахункове рівняння методу:

,

де:

F – світловий потік лампи в світильнику, лм;

S – площа приміщення, м²;

E_{min} - нормована мінімальна освітленість;

K – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z=1,1-1,5$);

N – кількість світильників, що забезпечують умови рівномірного освітлення;

n – кількість ламп у світильнику;

η - коефіцієнт використання освітлювальної установки (0,2-0,7), котрий вираховується у залежності від індексу приміщення;

,

де:

A і B ширина , довжина приміщення, м;

H_p – висота розташування світильника, м.

Нехай зал має розміри $A=20$ м, $B=10$ м, $h=5$ м, підвісна стеля, що обладнана світильником УВНН2 з люмінесцентними лампами типу АД-40 (4-х ламповий). Коефіцієнт відображення світлового потоку від стелі та стін $\rho_{sc}=60\%$, $\rho_{st}=50\%$ для магнітних зон рівень робочої поверхні над стелею 0,8 м при цьому $h=4$ м.

У світильниках найкраще співвідношення $I=1,4$ м, а відстань між рядами світильників $L=5$ м ($L=I \cdot h$).

Відстань між стінами і рядами світильників знаходяться в межах $I=(0,3 \div 0,5)$. При ширині $B=10$ м число рядів $n=2$. Для машинних залів при загальному освітленні $E=400$ лк.

$$g = 1,6$$

З довідникових даних нормальний світовий потік лампи $\Phi_{\lambda}=3120$ лм,

тоді загальний потік світильника

$$F_{\text{св}} = 4 \cdot F_{\text{л}} = 4 \cdot 3120 = 12480 \text{ (лм)}$$

Звідси необхідна кількість світильників в ряду:

$$N = 9$$

При довжині одного світильника $L_{\text{св}} = 1,33 \text{ м}$, загальна довжина світильників:

$$N \cdot L_{\text{св}} = 1,33 \cdot 9 = 12 \text{ (м)}.$$

Залишаємо між світильниками проміжки:

$$R = 1 \text{ (м)}.$$

Для створення раціонального освітлення потрібен пильний і регулярний догляд за установками штучного освітлення.

Захист від підвищеного значення напруги в електричному ланцюзі та замикання, для забезпечення нормальної роботи електроустановок і захисту від електричного струму використовують робочу ізоляцію струмоведучих частин. З метою виключення можливості стикання з струмоведучими частинами і наближення до них на небезпечну відстань використовують загорожі, проведення ізоляційних робіт, встановлення заземлення та занулення.

5.2.3. Розрахунок повітрообміну

Для створення нормальних умов для персоналу лабораторії, система, що використовується витяжне кондиціонування, що забезпечує необхідні оптимальні мікрокліматичні параметри і чистоту повітря, що залежить від концентрації в повітрі токсичних речовин.

Захист працюючих від впливу промислових газів і парів здійснюється за допомогою наступних заходів:

- автоматизація і механізація процесів, що супроводжуються виділенням шкідливих речовин;

- вдосконалення технологічних процесів;
- прилади місцевої вентиляції;
- індивідуальних засобів (спецодяг, антитоксичні пасти, очки, шоломи, протигази, респіратори).

При використанні протяжно-витяжної вентиляції нагрітих в приладах повітря віддається, або шляхом викиду з лабораторії, або забором з стійок за допомогою приєднаних до них спеціальних воздухозаборів. Повітря, що передається в машинний зал протяжно-витяжною системою, повинно бути з температурою 16-25°C і максимальною запиленістю не більш 0,75 кг/м³, при розмірі часток не більш 3 нмкр, при цьому всі прилади не повинні працювати більш 20 хв при відключеній вентиляції.

Повітрообмін характеризується кратністю n:

Q – необхідний витрата повітря (м³/год)

V – об'єм приміщення (м³)

Частіше за все кондиціонування повітря здійснюється регулюванням швидкості його досягнення і температури. Швидкість руху повітря можна регулювати шляхом зміни площі вхідного отвору повітропроводу.

Із рівняння сталості об'ємної витрати повітря для нескрапленого газу:

$$Q = v \cdot S,$$

де:

v - швидкість повітря (м/с)

S – площа поперечного перетину повітропроводу (м²),

Впливає, що швидкість можна регулювати зміною площі поперечного перетину повітропроводу.

$$Q = 0,314 \cdot 20 = 6,28 \text{ (м}^3\text{/с)}$$

Втрата тиску в повітропроводі в (Н/м³) визначається з вираження:

$$\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot l/d \cdot v^2/2,$$

де:

ξ - коефіцієнт аеродинамічного опору (0,03...0,05);

ρ - щільність повітря (1,229 кг/м³);

l – довжина повітропроводу (м);

$$l = 30 \text{ м};$$

d – діаметр повітропроводу (м);

$$d = 0,2 \text{ м};$$

$$v = 20 \cdot 50 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$$

$$S = 0,314 \text{ м}^2; \quad \rho = 1843,50 \text{ Н/м}^3$$

Споживана потужність електродвигуна вентилятора визначається

за формулою:

Підставивши значення, отримуємо потужність двигуна дорівнює 21,439кВт.

5.2.4. Захист від ураження електричним струмом

Для забезпечення нормальної роботи електроустановок і захисту від електричного струму використовують робочу ізоляцію струмоведучих частин. З метою виключення можливості стикання з струмоведучими частинами і наближення до них на небезпечну відстань використовують загорожі. Відповідно ГОСТ 12.1.038-82 установлены пределы - допустимые уровни напряжения и токов. Вони складають:

- змінні 50 Гц; 2 В; 0,3 мА

- постійні 8 В; 1 мА.

До технічних способів і засобів захисту відносять:

- використання малих напруг;
- занулення;
- захисне відключення;
- використання індивідуальних засобів захисту;
- електрозахисне заземлення;
- вимкнення електричних мереж.

5.2.5. Захист від статичної електрики

Заходи від впливу підвищеного рівня статичної електроенергії є розрахунки заземлення, використання матеріалів з найменшим показником статичної електроенергії.

5.2.6. Забезпечення пожежної й вибухової безпеки в розробленому проекті

Пожежна безпека – цей такий стан об’єкту, при якому з ймовірністю, що регламентується виключається можливість виникнення і розвитку пожежі і впливу на людей небезпечних чинників пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Проведення заходів щодо запобігання пожеж і вибухів здійснюється відповідно до наставлення по пожежній охороні (СНиП II-90-81).

Згідно з ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні»

оскільки електричний струм є джерелом виникнення пожежі. До причин виникнення пожежі електричного характеру відносяться:

- короткі замикання, перенавантаження, іскріння від порушення ізоляції, що призводить до перегріву провідників та виникнення вогню;
- електрична дуга, виникаюча між контактами авіаційних апаратів (роз'єднувачів, рубильників) не призначених для відключення великих струмів загрузки;
- незадовільні контакти в місцях з'єднання проводів (скрутки);
- іскріння в електричних апаратах і машинах, а також іскріння в наслідок електричних розрядів і ударів блискавки;
- несправність в обмотках електричних машин при відсутності потрібного захисту.

З метою запобігання причинам виникнення пожежі проводять наступні дії: Система електроживлення обчислювальних комплексів повинна мати блокування, що забезпечує її відключення в випадку її зупинки системи охолодження і кондиціонування.

- Повітроводи слідє виконувати з матеріалів що не згорають.
- Система вентиляції повинна бути обладнаною влаштуванням, що забезпечує автоматичне її відключення, а також перекриття повітроводів автоматичними заслонниками в випадку виникнення пожежі.

Окрім цього необхідно забезпечити систему електрозахисту у відповідності з ПУЕ. В приміщеннях рекомендується встановлювати системи гасіння пожежі газовими вогнегасними засобами.

Пожежна безпека регламентується ГОСТ 12.1. 044-85 «Пожарная безопасность. Общие требования». Для відвертання пожежі в приміщенні рекомендується встановлювати датчики, що спрацьовують при появі диму, підвищенні температури, що реагують на пряме полум'я.

Вибухонебезпечність – це такий стан виробничого процесу, при якому виключається можливість вибуху або, в випадку його виникнення,

відвертання впливу на людей небезпечних і шкідливих чинників, що викликаються або з забезпеченням збереження матеріальних цінностей.

По вибухонебезпечності загальні вимоги викладені в ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывоопасность. Общие требования».

5.3. Інструкція з охорони праці

Вимоги до системи відвернення пожежі і пожежного захисту, а також попередження вибухів регламентує ГОСТ 12.1.004-91. Необхідно виконання наступних вимог:

1. Перед початком роботи необхідно вивчити інструкцію по експлуатації і ТБ, інструкцію протипожежної безпеки.
2. Обов'язково виконувати всіх вимоги, означені в написах, що попереджають на апаратурі і в приміщеннях, де встановлене дане обладнання.
3. Вчасно перевіряти заземлення і його справність.
4. У випадку виникнення пожежі при технічному обслуговуванні повідомити в пожежну частину і розпочати гасіння пожежі, дотримуючись правила гасіння електроустаткування.

Інструкції по техніці безпеки, виробничої санітарії, пожежної безпеки викладені в Держстандарті 12.1.004-85.

Обслуговуючий персонал повинен завжди пам'ятати, що небезпеку представляють первинні ланцюги блоків живлення, під'єднаних до трьохфазної напруги 380/220В, 50 Гц.

При роботі на електроустановках необхідно дотримуватись наступних організаційно-технічних заходів.

5.3.1. Обов'язки користувача перед початком роботи

Перед початком роботи користувач забор'язаний:

- приступити до роботи одягненим за формою;
- перевірити усунення зауважень попереднього дня;
- уважно оглянути робоче місце, прибрати всі предмети, що заважають роботі.

5.3.2. Обов'язки працюючих у процесі роботи

У процесі роботи працівник забор'язаний:

- необхідно працювати відповідно до технічної документації;
- дотримуватися правила пуску і вмикання обладнання.

5.3.4. Обов'язку працюючих у випадку виникнення аварійної ситуації

У разі виникнення аварійної ситуації працівник забор'язаний:

- у випадку виникнення несправності в устаткуванні забороняється самотійно їх усувати;
- при поразці людини електричним током необхідно ліквідувати контакт постраждалого зі струмоведучими частинами.

5.3.5. Обов'язку користувача по закінченні роботи

Після закінчення роботи користувач забор'язаний:

- виключити апаратуру відповідно до інструкцій з експлуатації устроїв;
- виключити високу напругу на щиті живлення;
- упорядкувати робоче місце;

- зробити запис у журналі про час наробітки машини;
- зробити запис у журналі про огляд помешкання перед закриттям.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Сучасними головними нормативно-правовими актами, що регулюють основи організації охорони навколишнього природного середовища, є Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 р., «Про охорону атмосферного повітря» від 16 жовтня 1992 р., «Про природно-заповідний фонд України» від 16 червня 1992 р., «Про тваринний світ» від 3 березня 1993 р., «Про карантин рослин» від 30 червня 1993 р та інші. До того ж деякі відносини у сфері використання і охорони навколишнього природного середовища врегульовані кодексами (земельним, водним, лісовим, про надра), також Законами України «Про плату за землю» від 3 липня 1992 р., «Про ветеринарну медицину» від 25 червня 1992 р.

Важливе значення у вирішенні цього питання має затверджений Постановою Верховної Ради «Порядок обмеження, тимчасової заборони (зупинення) чи припинення діяльності підприємств, установ, організацій і об'єктів у разі порушення ними законодавства про охорону навколишнього природного середовища».

6.1. Права природокористування

Різновидами права природокористування є: право землекористування, право водокористування, право лісокористування, право користуватися

надрами, право користуватися тваринним світом, право користування природно-заповідним фондом «Основи держави і права» навчальний посібник А.М.Колорій і А.Ю.Олійник.

Право природокористування це процес раціонального використання людиною природних ресурсів для задоволення різних потреб та інтересів.

Найважливішими принципами природокористування є його цільовий характер, плановість і тривалість, ліцензування, врахування надзвичайного значення у житті суспільства тощо.

При цьому виділяють такі груп природокористування, як право загального і спеціального використання землі, вод, лісів, надр, тваринного світу та інших природних ресурсів. Суб'єктами права загального користування природними ресурсами можуть бути, згідно з Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», усі громадяни для задоволення найрізноманітніших потреб і інтересів. Воно здійснюється громадянами безкоштовно і безліцензійно, тобто для цього не потрібен відповідний дозвіл уповноважених органів і осіб. Загальним є, наприклад, використання парків, скверів, водойм, лісів, збір дикорослих ягід, грибів, горіхів і т. ін. Право загального природокористування закріплене у ст. 13 Конституції України: «Кожний громадянин має право користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до закону». Похідним від загального природокористування є спеціальне використання природних ресурсів. На відміну від першого, це використання конкретних природних ресурсів, що здійснюється громадянами, підприємствами, установами і організаціями у випадках, коли відповідна, визначена у законодавстві частина природних ресурсів передається їм для використання. Як правило, така передача має вартість і визначена в часі. Надання

природних ресурсів відбувається на основі спеціальних дозволів державних актів на право постійного користування.

Крім прав суб'єктів, як природокористувачів, сучасною юридичною наукою сформовані й інтенсивно розвиваються екологічні права і обов'язки. Так, у Конституції України записано, що «кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди. Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення». Аналогічні формулювання є й у Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища», бо це право одне з основних прав людини. Цьому праву відповідає обов'язок держави забезпечувати здійснення санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на поліпшення та оздоровлення навколишнього природного середовища. Усі екологічні права громадян захищаються і відновлюються у судовому порядку. [1]

Поряд з правами Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» передбачає і певні обов'язки громадян. Так, незалежно від того, є громадяни природокористувачами, чи ні, вони зобов'язані берегти природу, раціонально використовувати її запаси, не завдавати шкоди. Крім того, Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» покладає на громадян і підприємства, установи й організації, як суб'єктів спеціального використання природних ресурсів, спеціальні обов'язки. Так, плата за спеціальне природокористування встановлюється на основі нормативів плати і лімітів використання природних ресурсів.

Ці нормативи визначаються з урахуванням розповсюдження природних ресурсів, їх якості, можливості використання, місцезнаходження, можливості переробки і зберігання відходів. До того ж суб'єкти спеціального природокористування зобов'язані сплачувати певні кошти за забруднення навколишнього природного середовища, що встановлюються за викиди у

атмосферу забруднюючих речовин; скидання забруднюючих речовин на поверхню води, у територіальні і морські води, а також під землю. [2]

Контроль у сфері природовикористання і охорони навколишнього природного середовища здійснюється шляхом перевірки, нагляду, обстеження, інвентаризації та експертиз. Він може здійснюватись як уповноваженими державними органами, так і громадськими формуваннями. Державний контроль покладається на Ради народних депутатів, державні адміністрації та Міністерство охорони навколишнього природного середовища і його органи на місцях. Правові заходи охорони атмосферного повітря тваринного світу.

Управління у галузі охорони атмосферного повітря здійснюють Кабінет Міністрів України, уряд Автономної Республіки Крим, Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Міністерство охорони здоров'я України, місцеві органи державної виконавчої влади, інші державні органи. Вони проводять стандартизацію і нормування у галузі охорони атмосферного повітря. Державні стандарти у цій галузі є обов'язковими і визначають поняття й терміни, режим використання й охорони атмосферного повітря, методи контролю за його станом, вимоги щодо запобігання шкідливому впливу на атмосферне повітря та ін. Крім того, встановлюються такі нормативи: екологічної безпеки атмосферного повітря; обмежено допустимих викидів забруднюючих речовин і шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів стаціонарними джерелами; обмежені нормативи утворення забруднюючих речовин, які відводяться в атмосферне повітря; використання атмосферного повітря як сировини; концентрації забруднюючих речовин у відпрацьованих газах. У зв'язку з існуванням державних стандартів і нормативів держава покладає на підприємства, установи і організації відповідні обов'язки.

Економічний механізм забезпечення охорони атмосферного повітря полягає у лімітуванні, економічному заохоченні і стимулюванні охорони атмосферного повітря. Законодавство передбачає, що правопорушеннями у

галузі охорони атмосферного повітря є: порушення нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин; перевищення нормативів гранично допустимих рівнів шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів; використання атмосферного повітря як сировини основного виробничого призначення без дозволу спеціально уповноважених державних органів та ін. Закон регулює відносини у галузі охорони, використання і відтворення тваринного світу, об'єкти якого перебувають у стані природної волі, у неволі чи в напіввільних умовах, на суші, у воді, ґрунті, повітрі, постійно чи тимчасово населяють територію України або належать до природних багатств її континентального шельфу та морської економічної зони. Окремі об'єкти тваринного світу можуть бути колективною чи приватною власністю. Основними видами використання об'єктів тваринного світу законодавство вважає: мисливство; рибальство; використання об'єктів тваринного світу у наукових, культурно-освітніх, виховних та естетичних цілях; використання корисних властивостей життєдіяльності тварин; використання тварин з метою отримання продуктів їх життєдіяльності; добування диких тварин з метою утримання і розведення в неволі чи в напіввільних умовах для комерційних та інших цілей.

6.2. Аналіз екологічної небезпеки

Охорона навколишнього середовища і раціональне використання його ресурсів стала однією з актуальних проблем сучасності.

Захист навколишнього середовища стає комплексною проблемою, котра визначається складністю системи, що поєднує природу, суспільство і виробництво. Поряд із природоохоронними завданнями вона вирішує також і соціально-економічні завдання — поліпшення умов життя людини, збереження його здоров'я. Будь-який технічний процес у тій або іншій мірі впливає на ОНС, забруднюючи її. Відповідно до Держстандарту при внесенні в будь-яке середовище нових, нехарактерних для нього в аналізований час

фізичних, хімічних або біологічних елементів або перевищення природного рівня цих елементів у середовищі, називається забрудненням.

Так до чинників, що викликають несприятливий вплив на навколишнє середовище, можна віднести:

- електромагнітне випромінювання;
- акустичне забруднення;
- високий рівень споживання електроенергії.

Зростання використання ЕОМ у різноманітних галузях народного господарства вимагає самого серйозного ставлення до питань, пов'язаних із впливом ЕОМ на середовище мешкання.

Комплексність цієї проблеми можна проаналізувати на прикладі виготовлення інтегральних схем, при котрому виявляється ряд чинників, що роблять вплив на навколишнє середовище. Елементи схеми змонтовані на печатних платах, що виготовляються з фольгированого склотекстоліту. При обробці його неминучі відходи: шматочки плат, порошковий пил, котрі, попадаючи в ґрунт, зберігається досить довго. А випари, котрі утворюються при травленні, шкідливо впливають на робітників, зайнятих у даному виробництві, та викидаються в навколишнє середовище.

Після травлення, плати промивають водою і знезаражують рідинами (спирт, бензин, ацетон). Через недостатнє удосконалення технологій промивання ці речовини можуть потрапити в проточні води. Усі плати для підвищення електро і пожежної безпеки покриваються лаком Е-4100 (епоксидний лак). Випаровуючись лак виділяє в атмосферу токсичні речовини. При монтажі плат, процесі пайки виділяються шкідливі пари, гази, а також з'єднання олова і свинцю. При монтажі проводів ідуть у відходи ізоляція, невикористані шматки проводів, припій.

При експлуатації ЕОМ, елементи його конструкції виділяють тепло (нагріваються мікросхеми, транзистори, резистори), у результаті чого

нагріваються захисні лаки, фарби, створюючи в атмосфері токсичні речовини, у виді летучих фракцій.

І це тільки поверховий аналіз однієї із складових частин ЕОМ.

Проектованим об'єктом у даній дипломній роботі є сукупність автоматизованих робочих місць (АРМ). Оскільки ця система розробляється на ЕОМ, то прямого збитку навколишньому середовищу не завдається. Хоча можна говорити про непрямий збиток на стадії експлуатації від використання електроенергії (а також при виробництві ЕОМ).

6.3. Розробка заходів, щодо підвищення екологічної безпеки

Мета природоохоронних заходів – попередити, скоротити або ліквідувати несприятливий вплив діяльності людини на навколишнє середовище: забруднення водних ресурсів, повітряного басейну і території населених пунктів, руйнування або зниження родючості ґрунтів, зменшення продуктивності лісів, фауни і флори.

Для запобігання шкідливого впливу на навколишнє середовище, необхідно створити технологічні процеси, що по своїй суті були б оберненими

щодо шкідливих впливів.

Необхідно створювати безвідхідні технології, що припускають як розробку раціональних засобів прийому і виділення шкідливих домішок із газів, так і проведення принципових змін технологічного процесу або окремих його стадій. Зміна технології повинна йти по шляху зменшення кількості викидів і скороченню витрат на очищення газів, що циркулюють у системі природа-виробництво-природа.

Але є і інші проблеми, пов'язані зі зростанням обсягів споживання електроенергії, котрі через об'єкти теплоенергетики впливають на рівень забруднення навколишньої середовища не тільки попелом, але й

газоподібними викидами ТЕС. Для зменшення негативного впливу використовуються високі димові труби або обмежуються потужності ТЕС.

Негативні зміни навколишнього середовища можуть викликати багато соціально-економічних збитків – погіршення здоров'я населення, умов праці і відпочинку.

Звідси випливає одна з основних особливостей ефекту – його комплексно-економічний характер. Не дивлячись на те, що соціальні результати, що досягаються за рахунок проведення заходів, не мають вартісної форми і не можуть отримати грошову оцінку.

Так наявність рентгенівського випромінювання, шуму ЕОМ впливають на здоров'я працюючих, що призводить до захворюваності. Застосування засобів індивідуального захисту, захисних екранів, сіток, екранування джерела випромінювання веде до зниження захворюваності, що супроводжується скороченням витрат на соціальне страхування, лікування, втрат від зменшення виробництва продукції.

6.3.1. Профілактика забруднення електромагнітним випромінюванням

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВОЗ) класифікує це становище спеціальним терміном “електромагнітне забруднення навколишнього середовища”. Слід звернути увагу, що рівень цього забруднення кожні десять років зростає в 10–15 разів. Приймаючи це до уваги та в цілях попередження шкідливого впливу електромагнітних випромінювань на здоров'я населення фахівцями Інституту гігієни та медичної екології АМН України, виконані багатопланові біологічні дослідження на основі яких був розроблений ряд нормативно–методичних документів по регламентуванню гігієнічних умов розміщення та експлуатації радіотехнічних об'єктів, засобів та високовольтних електроустановок.

Але поряд з цим по даній проблемі далеко не все ще зроблено як в науковому, так і практичному відношенні. Для забезпечення охорони здоров'я населення від шкідливого впливу електромагнітних випромінювань на сьогодні необхідно:

- продовжувати наукові дослідження по вивченню медико—біологічних наслідків дії електромагнітних випромінювань, що створюються радіотехнічними;
- засобами стільникового, пейджингового, транкінгового та супутникового зв'язку;
- провести облік всіх джерел електромагнітного випромінювання на території України;
- визначити рівні навантаження на населення електромагнітного випромінювання;
- створити медико—географічні карти електромагнітної обстановки для окремих міст України;
- провести санітарно—гігієнічну паспортизацію всіх радіотехнічних об'єктів України;
- створити електромагнітний моніторинг;
- продовжити вивчення комбінованої дії електромагнітного випромінювання різних частотних діапазонів та іонізуючої радіації;
- удосконалити та розробити нові нормативно—методичні документи по охороні здоров'я населення від впливу електромагнітних випромінювань, що створюються радіотехнічними та електричними засобами радіомовлення, телебачення, радіолокацією, стільниковим та супутниковим зв'язком.

6.3.2. Профілактика акустичного забруднення навколишнього середовища

З метою відвернення, зниження і досягнення безпечних рівнів виробничих та інших шумів повинні забезпечуватися:

- створення і впровадження малошумних машин і механізмів;
- удосконалення конструкцій транспортних та інших пересувних засобів і установок та умов їх експлуатації, а також утримання в належному стані залізничних і трамвайних колій, автомобільних шляхів, вуличного покриття;
- розміщення підприємств, транспортних магістралей, аеродромів та інших об'єктів з джерелами шуму під час планування і забудови населених пунктів відповідно до встановлених законодавством санітарно-гігієнічних вимог, будівельних норм та карт шуму;
- виробництво будівельних матеріалів, конструкцій, технічних засобів спорудження житла, об'єктів соціального призначення та будівництво споруд з необхідними акустичними властивостями;
- організаційні заходи для відвернення і зниження виробничих, комунальних, побутових і транспортних шумів, включаючи запровадження раціональних схем і режимів руху транспорту та інших пересувних засобів і установок у межах населених пунктів.

Громадяни зобов'язані дотримувати вимоги, встановлені з метою зниження побутового шуму у квартирах, а також у дворах жилих будинків, на вулицях, у місцях відпочинку та інших громадських місцях.

6.4. Визначення відверненого збитку навколишньому природному середовищу

Розроблений у даному дипломному проєкті комплекс АРМ є необхідним елементом роботи Медико-біологічного відділу Міністерства Надзвичайних

Ситуацій, тому що автоматизація обробки документів значно прискорює процес обчислень і дозволяє одержувати результати в будь-якому зручному виді.

Вхідні дані:

- споживана потужність базових ЕОМ Pentium – $3(\text{ЕОМ}) \cdot 0,2 \text{ кВт} \cdot \text{год}$;
- споживана потужність використовуваних ЕОМ складає $1(\text{сервер}) \cdot 0,23 \text{ кВт} \cdot \text{год} + 2(\text{ЕОМ}) \cdot 0,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,63 \text{ кВт} \cdot \text{год}$;
- фонд часу обладнання до і з використанням програми;
- площа помешкання для ЕОМ – 20 м² (загальна кімната) + 6 м² (під сервер);
- визначимо витрати електроенергії ЕОМ, площа котрої 6 м² у процесі розробки по формулі * – СЕРВЕР знаходиться у кімнаті без освітлення, тому у попередніх розрахунках не враховувалась.

Розрахунок видатку електроенергії визначають в залежності від потужності базового обладнання, кількість годин роботи з урахуванням коефіцієнта корисної дії:

(6.1)

де:

M_{yi} – сумарна потужність i -го обладнання, кВт;

F_{di} – дійсний фонд часу i -го обладнання до введення комплексу:

$F_{d\text{ЕОМ}} = (365 - 144) \cdot 8 = 2652 \text{ (год)}$ – до введення комплексу;

$F_{d\text{ЕОМ}}' = (365 - 144) \cdot 6 = 1768 \text{ (год)}$ – після введення комплексу;

$F_{d\text{СЕРВЕР}}' = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ (год)}$

K_{zi} – коефіцієнт завантаження i -го обладнання;

$K_{зЕОМ} = 0,8$ – до введення комплексу;

$K_{зЕОМ}' = 0,5$ – після введення комплексу;

$K_{зСЕРВЕР}' = 0,2$ (оскільки паралельно Сервер обслуговує ще 4 КФЗ);

K_0 – коефіцієнт поновлення: $K_0=0,8$;

η – коефіцієнт корисної дії: $\eta=0,85$;

$K_{вс}$ – коефіцієнт втрат в мережах: $K_{вс}=0,95$;

$W_{ЕОМ}=(0,2*2652*0,8*0,8)/(0,95*0,85)=420$ (кВт*год);

$W'_{ЕОМ}=(0,2*1768*0,5*0,8)/(0,95*0,85)=175,1579$ (кВт*год);

$W'_{СЕРВЕР} = (0,23*8760*0,2*0,8)/(0,95*0,85)=399,22$ (кВт*год);

$W'_{об} = 2*W'_{ЕОМ}+W'_{СЕРВЕР}=749,53$ (кВт*год).

Визначимо витрати електроенергії на освітлення виробничого приміщення по формулі:

(6.2)

де :

P_y – питомий видаток електроенергії на 1 м² площі, що залежить від типу світильника, в даному випадку рівний $60*2/2=6$ (Вт);

$F_{ці}$ – площа i -ї ділянки, 20 м²;

$\Phi_{гі}$ – число годин роботи освітлювальних приладів:

$\Phi_{гі} = 5*221=1105$ (год);

$\Phi_{Г} = 4*\Phi_{гі}=4420$ (год);

$\Phi'_{гі} = 4*221=884$ (год);

$$\Phi_{\Gamma} = 4 * \Phi_{\Gamma i} = 3536 \text{ (год)}.$$

K – коефіцієнт втрат:

$$K = 1,05.$$

$$W_{oy} = (6 * 20 * 4420 * 1,05) / 1000 = 556,92 \text{ (кВт*год)},$$

$$W'_{oy} = (6 * 20 * 3536 * 1,05) / 1000 = 445,54 \text{ (кВт*год)}.$$

Загальна витрата електроенергії:

(6.3)

до введення комплексу:

(кВт*год)

після введення комплексу:

(кВт*год)

(6.4)

6.5. Відвернений економічний збиток навколишньому середовищу

Нанесений екологічний збиток. Розрахунок згідно формули:

(6.5)

де U_e – питомий економічний збиток (0,24 грн./кВт*год);

(грн/рік),

(грн/рік),

Відвернений соціально-економічний збиток складає 149,51 грн./рік.

У результаті використання нового типу людино-машинної системи і переході до мережевої структури, програма дозволяє поліпшити умови роботи, заощаджувати електроенергію і зменшує не тільки збитки, котрі наносяться навколишньому середовищу, а також і час, котрий витрачається на обробку даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ

1. Довкілля (суперечки про майбутнє)/ А.М. Рябчиков, І.І. Альт-шулер, С.П. Горшков та ін. – М. Думка, 1983.
2. Основи сільськогосподарської радіології / Б.С. Пристер, Н.А. Лоцилов, О.Ф. Немець, В.А. Поярков. – К. Врожай, 1991.
3. Пістун І.П. Безпека життєдіяльності. – Суми. Університет, книга, 1999.
4. Сміт Р.Л. Наш будинок - планета Земля. – М. Думка, 1982.
5. Солтовський О.І. Основи соціальної екології. – К. МАУП, 1997.
6. Ткачук В.Г., Хапко В.Е. Медико-соціальні основи здоров'я. – К. МАУП, 1999.
7. Хижняк М.І., Нагарна А.М. Здоров'я людини та екологія. – К. Здоров'я, 1995.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Підводячи загальні підсумки виконаної дипломної роботи можна виділити отримані наступні основні результати.

Аналіз стану безпеки польотів в ЦА України показує, що «людський чинник» є причиною близько 80% авіаційних подій. При цьому близько 7% всіх АП, пов'язаних з людським чинником що відбувається унаслідок функціонального навантаження на людину, що визначається за допомогою ергономічного стану екіпажу ПС. Компонування дошки пілотів з метою уточнення вимірювання параметрів польоту з позиції ергономіки літака один з найефективніших способів пізнання процесів забезпечення безпеки польотів захоплює практично кожного спеціаліста в ЦА.

В отриманих результатах дипломної роботи викладаються окремі положення сучасної технології комп'ютерної обробки психологічної, медичної, біологічної інформації у вигляді алгоритмів та їхніх математичних і фізичних процесів. При цьому я спираюся на закордонні і вітчизняні теоретичні наукові праці, як

найкращі зразки викладу питань забезпечення математичної підтримки сучасних методів, що впроваджуються з метою покращення безпеки польотів.

Технічний прогрес в електроніці і впровадження ергономіки в авіоніку вбудованих засобів контролю на основі мікропроцесорів, які об'єднуються в бортову систему технічного обслуговування, дозволяють сподіватися на значне зниження відсоткового еквіваленту авіаційних подій, а також, що теж важливе, зменшення витрат на ТО за рахунок широкого застосування стратегій обслуговування за станом. На всіх етапах технічного обслуговування авіоніки необхідно розташовувати достовірною інформацією про результати контролю технічного стану її компонентів.

Технічні об'єкти в процесі експлуатації авіоніки зазнають різних зовнішніх впливів, які можуть викликати зміни характеристик надійності (безвідмовності). Ці впливи, або іншими словами, фактори, які впливають на надійність, можуть бути суб'єктивними або об'єктивними. Якісне технічне обслуговування АТ як при підготовках до польоту, так і на регламентних роботах дозволяє підтримувати заданий рівень надійності і своєчасно виявляти приховані відмови або попереджати поступові. При цьому наробіток на відмову незначно падає (раннє виявлення відмов), але за рахунок того, що відмови виявляються на землі, а не в повітрі, підвищуються характеристики безпеки польотів (середній наліт на льотну подію). Якщо під надійністю будемо розглядати тільки безвідмовність в польоті, то кваліфіковане оперативне технічне обслуговування (обслуговування перед вильотом і після прильоту) підвищує наробіток на відмову в польоті (відмови на землі не враховуються). Тому керівництво інженерне - авіаційної служби розробляє та включає у всі види планування робіт окремим пунктом систему заходів по забезпеченню надійності авіаційної техніки в ході експлуатації.

Також в дипломній роботі виконано дослідження впливу похибки квантування сигналів зображень на результат аналого-цифрового перетворення діагностичного параметра. Розроблена методика завдання вимог до параметрів (кроку квантування і розрядності запам'ятовуючих пристроїв на основі

двійкових лічильників) цифрових перетворювачів, що забезпечують функціональне діагностування систем авіоніки з достовірністю, не менш заданої.

Основним способом подання інформації екіпажу є індикація за допомогою різних приладів, сигналізаторів і електронних індикаторів, які розміщують на приладових панелях у кабіні екіпажа. Незважаючи на велику розмаїтість літальних апаратів існують загальні правила розташування індикаторних пристроїв на приладових дошках відповідно до виду представленої інформації та ергономіки. Для основних пілотажно-навігаційних приладів прийняте їх Т-подібне розташування.

На сучасних літаках функції окремих пілотажно-навігаційних приладів виконують комплексні електронні індикатори. Для більшої ергономіки індикатори й сигналізатори прагнуть встановити на приладових дошках так, щоб тілесний кут поля зору щодо лінії візування був не більше: а) для пілотажно-навігаційних індикаторів - 25° , б) для всіх інших індикаторів - 35° . Рекомендується всю візуальну сигналізацію виводити на одному екрані індикатора в межах кута $\pm 30^\circ$ від лінії візування пілота.

Одним із видів відображення інформації про властивості об'єкта є абстрактна індикація, яка у свою чергу буває шкальна, знакова й графічна. Найбільше поширення в авіації одержали круглі шкали з рухливою стрілкою. Шкальна індикація незамінна там, де потрібно спостерігати динаміку контрольованого процесу. Стрілки шкал зручно спостерігати периферичним зором, чого не скажеш про знакову індикацію.

З погляду безпомилковості зчитування кращі результати дають круглі шкала, за ними ідуть напівкруглі і прямолінійні горизонтальні; гірші результати у вертикальних шкал. Однак в окремих випадках перевагу мають лінійні шкали, наприклад, вертикальні шкали зручні для індикації висоти і температури, горизонтальні - для індикації дальності. Також круглі шкали виявилися малопридатними для індикації неузгодженості параметра із заданим значенням. Для цієї мети застосовують рухливі вертикальні й горизонтальні шкали.

Додатковою перевагою лінійних шкал є малі розміри, що дозволяють їм займати менше місця на екрані електронного індикатора або на приладовій дошці.

В авіаційних приладах часто параметри представляють у вигляді цифрових лічильників. Лічильники ж використовують для індикації параметрів, для яких потрібні швидкі, точні розрахунки й немає необхідності знати напрямок і швидкість зміни параметра.

Для аналізу впливу сприйняття пілотом інформації від електронних дисплеїв та електромеханічних приладів були проведені дослідження у яких порівнювалися способи подання пілотажних параметрів на рухливі й нерухомі вертикальні шкали. Виявилося, що використання рухливих шкал у більшій мірі змінює структуру дій льотчика й погіршує якість пілотування. Змінюється зорово-моторна регуляція. Тривалість фіксації погляду на рухливих шкалах істотно перевищує середні значення, встановлені для круглих шкал, індикація, видавана на рухливі шкали, заважає формуванню механізму прогнозування, що регулює руховий акт. При цьому збільшується кількість рухів пілота, їхня амплітуда й швидкість.

В експерименті, проведеному на пілотажному стенді, льотчики виконували захід на посадку, в одному випадку, з використанням звичайних електромеханічних приладів із круглими шкалами, в іншому - з використанням екранного індикатора, на якому інформація про приладну і вертикальну швидкості була представлена у вигляді нерухомих вертикальних шкал, а висота відраховувалась цифровим лічильником. Експеримент показав, що пілотування в ручному режимі керування по екранному індикатору супроводжувалося порушенням раніш вироблених сенсомоторних навичок, наслідком чого з'явилося зниження точності пілотування.

Також в дипломній роботі розглянули кабіни літаків майбутнього зі сторони ергономіки, в недалекому майбутньому позбавляться від безлічі вимірювальних, індикуються приладів і елементів управління. Звичайно, деякі з них, найважливіші, все ж таки залишаться, але все інше буде розміщено на

один великий інтерактивний сенсорний екран. Цей екран. Для побудови зображення використовує кілька проекційних пристроїв на базі світлодіодів. Завдяки універсальності модулів та уніфікації програмного забезпечення екран можна виготовити будь-якої форми і розмірів, відповідно до обраного типу літака, на який він буде встановлюватися. Компанія розробника зробила висновки що, екіпаж літака зможе самостійно зробити за допомогою цього екрану те, чого не може зробити комп'ютер, а точніше, вибрати оптимальне і зручний вид відображення і розташування інформації різного роду на цьому екрані. У таких кабінах зазвичай знаходяться люди, які в повсякденному житті використовують високотехнологічні пристрої, такі як iPhone, iPad і їм подібні. Їм знайомі способи взаємодії з цими пристроями і ми надамо їм можливість взаємодіяти з їх робочим середовищем точно такими ж способами.

Використання надмірної кількості проекційних пристроїв в цьому дисплеї робить менш імовірним повна відмова пристрою. Якщо навіть деякі проектори вийдуть з ладу, то їх області зображення будуть "перехоплюватися" проекторами, розташованими по сусідству.Що в свою чергу виконує більшість умов науки Ергономіка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. АСТАПЕНКО П.Д., БАРАНОВ А.М., ШВАРЕВ И.М. Погода и полеты самолетов и вертолетов. – Л.: Гидрометео-издат, 1980. – 227 с.

7. БЫКОВ Р.Е. Основы телевидения и видеотехники: учебник для вузов. — М.: Горячая линия — телеком, 2006, — 399 с.

8. БОНДАР О.У., ФЕДОРЕНКО О.І., КУДІН А.В. Основы екології: підручник , — К.: Знання, 2006 — 543с.

9. ДЕНИСОВ В.Г., ОНИЩЕНКО В.Ф., СКРИПЕЦ А.В. Авиационная инженерная психология. – М.: Машинострое-ние, 1983. – 233 с

10. ДЕНИСОВ В.Г., СКРИПЕЦ А.В. Дорога в авиацию. – М.: Транспорт, 1987. – 191 с.
11. СИТНИК О.Г., ФЕЛЬЗЕР М.С. Теорія інформації. конспект лекцій – К.: НАУ, 2006. –57 с.
12. Павлова С.В. Навчально-методичний комплекс з дисципліни "Основи наукових досліджень та інноваційні технології в авіоніці"
13. СОКОЛОВ В.П., ЦЫРКОВ А.В. Информационные технологии проектирования сложных технических объектов // информационные технологии. – вып.3. – М.: Машиностроение. 1997. – с.9–15.
14. КОВАЛЬ В.Н., КУК Ю.В. Структурный метод моделирования сложных систем / // Усим. – 2003. – № 2. – с. 45–55.
15. Б.А.ДУШКОВ, Б.Ф.ЛОМОВ, В.Ф.РУБАХИН Основы инженерной психологии. учебник для техн.вузов – М.: Высш.шк., 1986. – 448 с.
16. А.В. КЛЮЕВ, А.Н. КАЧАЛКИН, Э.Б. ДИДЕНКО Психологические аспекты проблемы "челове-ческого фактора" в авиационной аварийности. анализ и стра-тегии профилактики – М.: ЗАО "Московские учебники и картолитография", 1996.–88 с.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЦА – цивільна авіація

ПС – повітряне судно

АО – авіаційне обладнання

ЦВМ – цифрова вичислювальна машина

ТО – технічне обслуговування

ТЕЗ - типова елементна заміна

АВА – автоматично випробувальна апаратура

ВК – вбудований контроль

АТ – авіаційна техніка

САУ – система автоматичного управління

ШЗБ – швидко замінний блок

ЛДА – легко демантований агрегат

СВК – система вбудованого контролю

ДП – діагностичні параметр

ФС – функціональна схема

ТД – технічне діагностування

ОД – об'єкт діагностування

АЦП – аналогово-цифровий перетворювач

ЦВ – цифровий вимірювач

СПСВ – система попередження зіткнення в повітрі

АРМ – автоматизація робочих місць

ВОЗ – всесвітня організація охорони здоров'я

КПО – коефіцієнт придатного освітлення