

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ Шутко В.М.

« ____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

Тема: «Методика оцінки надійності зовнішнього пілота ДПАС»

Виконавець студент групи ЕС-207М _____ Бондаренко Микола Іванович

Керівник професор _____ Іванов Володимир Олександрович

Консультант розділу «Охорона праці» _____ Козлітін О.О.

Консультант розділу
«Охорона навколишнього середовища» _____ Маджд С.М.

Нормоконтролер _____ Сініцин Р.Б.

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Спеціальність 171 «Електроніка»

Освітньо-професійної програми «Електронні системи»

Освітній ступінь «МАГІСТР»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідуючий випускової кафедри

_____ Шутко В.М.

«___» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Бондаренко Миколи Івановича

- 1. Тема дипломної роботи :** «Методика оцінки надійності зовнішнього пілота ДПАС» затверджена наказом ректора від «02» жовтня 2020 р. № 1900/ст
- 2. Термін виконання роботи :** з 5 жовтня 2020 року по 27 грудня 2020 року.
- 3. Вихідні дані до роботи :** методи дослідження надійності пілотів.
- 4. Зміст пояснювальної записки:** реферат, вступ, 4 розділа, висновки, список використаних джерел.
- 5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу:** графічне представлення результатів дослідження.
- 6. Календарний план-графік**

Етапи виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
Пошук та обробка літератури про ергатичні системи	16.10.20 - 20.10.20	Виконано
Огляд науково – технічної літератури на тему надійності зовнішнього пілота ДПАС	23.10.20 - 29.10.20	Виконано
Дослідження існуючих методів перевірки пілота	30.10.19 - 03.11.20	Виконано
Вибір необхідних методик для дослідження	16.11.20 - 18.11.20	Виконано
Розробка алгоритмів дослідження	19.11.20 - 21.11.20	Виконано
Аналіз отриманих даних	23.11.20 - 30.11.20	Виконано
Оформлення електронного варіанту	01.12.20	Виконано
Оформлення пояснювальної записки. Усунення недоліків.	02.12.20	Виконано
Електронна версія доповіді, Презентація доповіді	08.12.20	Виконано

7. Консультанти з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата		Підпис
		Завдання видав	Завдання прийняв	
Охорона праці	Старший викладач Козлітін Олексій Олександрович			
Охорона навколишнього середовища	Професор, д.т.н. Маджд Світлана Михайлівна			

8. Дата видачі завдання: « _____ » _____ 2020 року
 Керівник дипломної роботи: _____ Іванов В.О.
 Завдання прийняв до виконання: _____ Бондаренко М.І.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЕРГАТИЧНІ СИСТЕМИ	
1.1. Поняття ергатичної системи	12
1.2. Людський фактор.....	14
1.3. Роль людського фактора в системі керування безпекою польотів.....	17
РОЗДІЛ 2. НАДІЙНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕРГАТИЧНОЇ СИСТЕМИ	
2.1. Поняття теорії надійності.....	29
2.2. Оцінка впливу електромагнітних полів на показники надійності.....	31
2.3. Надійність ергатичних систем.....	39
2.4. Основи розрахунку надійності.....	42
РОЗДІЛ 3. ДИСТАНЦІЙНО ПІЛОТОВАНА АВІАЦІЙНА СИСТЕМА	
3.1. Ознайомлення з дистанційно пілотованою авіаційною системою.....	47
3.2. Особливості експлуатація дистанційно пілотованої авіаційної системи.....	51
3.3. Виявлення чинників небезпеки і запобігання.....	57
3.3.1. Ідентифікація ризику.....	58
3.3.2. Виявлення і помітність.....	59
3.3.3. Виявлення джерел небезпеки (ДПАС).....	60
3.4. Пункт дистанційного керування.....	61
3.4.1. Функціональний опис.....	62
3.4.2. Індикатор повітряної обстановки.....	64
РОЗДІЛ 4. ПРОЦЕДУРИ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ЗОВНІШНЬОГО ПІЛОТА ДИСТАНЦІЙНО ПІЛОТОВАНОГО ПОВІТРЯНОГО АПАРАТА	
4.1. Модель надійності людини – оператора.....	66
4.2. Специфічні характеристики людини – оператора.....	68
4.2.1. Час реакції людини – оператора.....	69

4.3. Ймовірнісний підхід до кількісної оцінки працездатності людини.....	70
4.3.1. Процедура оцінювання значень елементів матриці α^n	75
4.3.2. Приклади оцінки надійності ЗП.....	80
4.3.3. Електронно діагностично – тренажерний комплекс.....	81

5. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....84

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Ступінь екологічної небезпеки при роботі за комп'ютером.....	86
6.2. Еколого - економічне обґрунтування.....	97
6.3. Заходи щодо зменшення впливу на навколишнє середовище.....	99

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	103
7.2. Технічні заходи щодо виключення дії на технічний персонал небезпечних та шкідливих факторів.....	106
7.3. Забезпечення пожежної і вибухової безпеки під час випробувань.....	115
7.4. Інструкція з пожежної і вибухової техніки безпеки та безпеки.....	117

ЛІТЕРАТУРА.....119

ВСТУП

Актуальність роботи. Технічний прогрес супроводжується неминучим збільшенням щільності НЕМП у місцях постійного або тимчасового перебування людини. Рівень техногенних НЕМП сьогодні значно перевершує природний електромагнітний фон. Тому НЕМП доцільно розцінювати як своєрідний небезпечний екологічний фактор. У зв'язку з цим розроблюються, удосконалюються та впроваджуються санітарні норми на граничнодопустимі рівні (ГДР) НЕМП, що випромінюються радіоелектронними системами різного призначення [1, 2, 3]. Але у літературі відсутні свідомості про результати будь-яких досліджень впливу НЕМП відносно низької інтенсивності, безпечних для життєдіяльності людини, на достовірність рішень, що приймає людина-оператор ергатичної системи надзвичайної відповідальності, наприклад, системи управління повітряним судном або повітряним рухом, системами управління роботою ядерного реактора, хімічним виробництвом, тощо.

Дослідження вчених за останні 20 років показали, що електромагнітні поля, створені технічними системами, навіть у сотні разів слабші природного поля Землі, можуть бути небезпечними для здоров'я людини. Якщо не змінити принципи побудови електронних та радіотехнічних систем, то тенденція їх розвитку і негативний вплив на біологічні системи на рівні дії полів можуть призвести до катастрофічного за своїми наслідками впливу на біосферу та людину.

Плоди науково-технічного прогресу, які повинні служити на благо людства, стають агресивними по відношенню навіть до своїх творців. Стрімко зростає енергонасиченість побуту людей. Електроніка підступає все ближче до людини. Комп'ютер, телевізор, відео-системи, мікрохвильові печі, радіотелефони - ось далеко не повний перелік технічних засобів, з якими людина постійно взаємодіє. Павутиння проводів електропостачання в будинках та в службових приміщеннях оточують людину. Людина знаходиться тривалий час під дією штучних полів, створених електронними системами та системами електропостачання.

Особливо стрімко в наше життя входять комп'ютерні і телевізійні системи. Сьогодні у всьому світі комп'ютери займають важливе місце у роботі, житті та відпочинку людей. Без них вже неможливо уявити сучасний світ. Одним із шкідливих апаратних забезпечень ЕОМ для людського організму є дисплеї. Дисплеї, сконструйовані на основі електронно-променевої трубки, є джерелами електростатичного поля, м'якого рентгенівського, ультрафіолетового, інфрачервоного, видимого, низькочастотного, над низько частотного та високочастотного електромагнітного випромінювання (ЕМВ). Вплив комплексу ЕМВ чи окремих його видів на виникнення різних захворювань почали вивчати з моменту їх використання. В кінці 50-х років у СРСР були введені перші нормативи, що обмежують радіочастотний вплив. Наприкінці 60-х років радянські вчені встановили вплив електромагнітних полів, навіть дуже слабких, на нервову систему людини. У 70-ті роки ця проблема стала предметом широких дискусій і досліджень.

У світі існує безліч природних джерел електромагнітних полів різної енергетики і частотного спектру. Сукупність цих полів визначає електромагнітний фон, у якому виникла і існує екосистема землі, довкілля.

Електромагнітні поля штучного походження – неодмінний атрибут технічного прогресу. Формально такі поля, незалежно від їх інтенсивності, є фактором електромагнітного забруднення довкілля. Слід зазначити, що це забруднення для неіонізуючих ЕМП існує тільки під час роботи їх джерел (радіопередавачів, промислового обладнання та інше.)

Якщо життєдіяльність людини характеризувати абстрактним узагальненим нормованим показником життєвого тону – „ПЖТ”, то залежність тону від рівня інтенсивності електромагнітного поля („ЕМП”) можна ілюструвати графіком, наведеним на рис. 1.1.

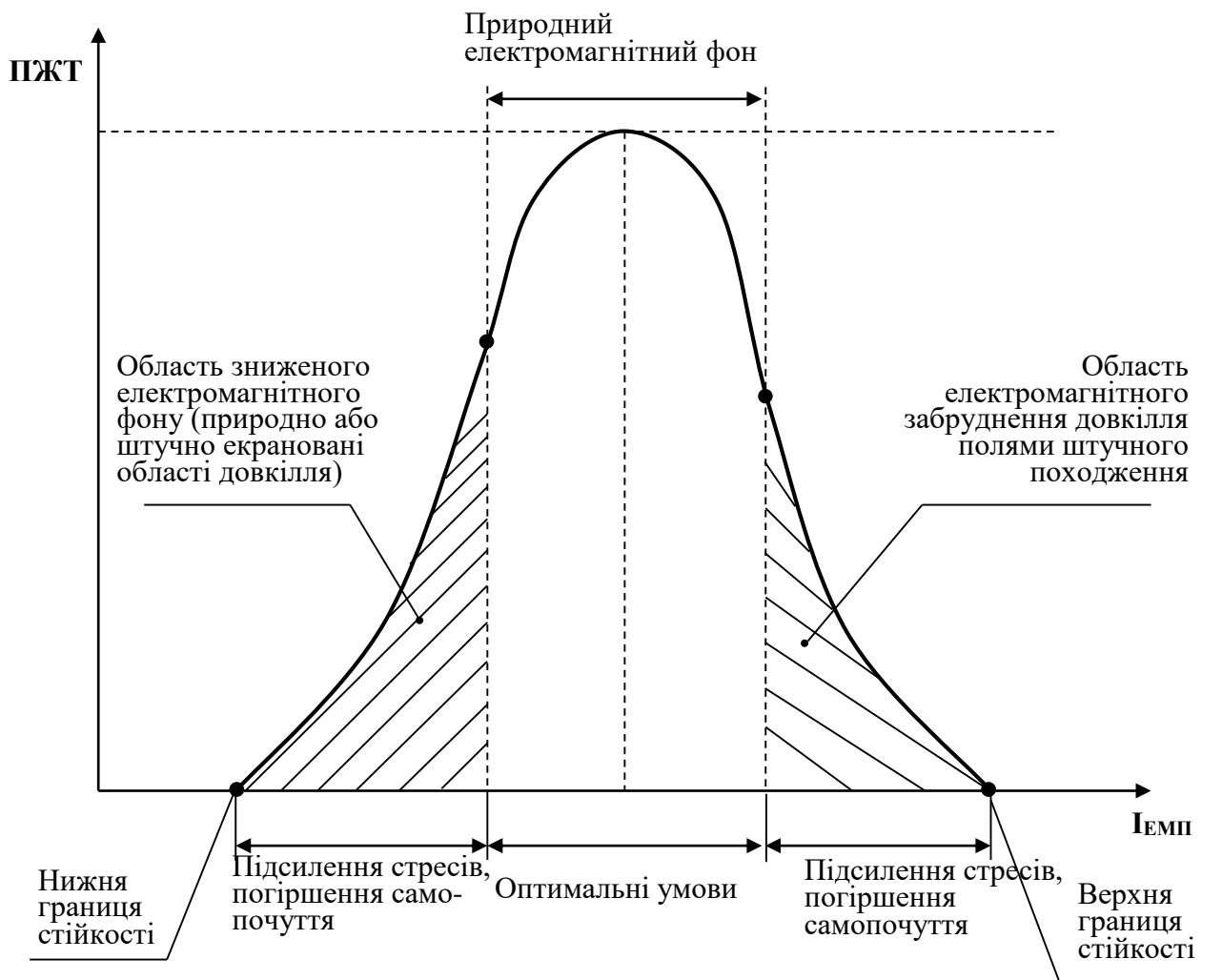


Рисунок 1.1 – ЕМП – абіотичний фактор довкілля

Наукові дослідження у галузі біології і медицини свідчать про те, що живі організми можуть нормально розвиватися і функціонувати лише за наявності природних ЕМП, тобто електромагнітного фону, який є складовою довкілля, оптимального для життєдіяльності.

Електромагнітний фон Землі може бути суттєво зменшеним або усуненим у локальних областях перебування (роботи, мешкання) людини. Такими областями є тунелі, підземні споруди, шахти, ліфти домів, залізобетонні будівлі, автомобілі, космічні апарати, тощо.

Тривале знаходження людини у гіпоелектромагнітному природному фоні Землі може супроводжуватися погіршенням загального самопочуття, появою та підсиленням стресів.

Послаблення електромагнітного фону Землі не повинно перевищувати двократного, відносно інтенсивності фону на суміжному відкритому просторі. Надмірне забруднення природного електромагнітного фону електромагнітними полями штучного походження супроводжується зростанням енергетичного потенціалу довкілля, що викликає погіршення самопочуття людини, підсилення стресових станів і може привести до її летального випадку.

Форма кривої ПЖТ, що зображена на рис. 1.1., має фізичне тлумачення.

Тканина організму будь-якої істоти на 90 % складається з судин, по яким циркулюють біологічні рідини – провідники другого роду. Під впливом ЕМП природного або штучного походження у цих провідниках виникають електричні струми, індукуються електричні заряди, збуджуються нервові закінчення. Зниження рівня природного електромагнітного фону супроводжується загасанням цих життєво необхідних явищ у живому організмі, зменшенням його життєвого тону.

Надмірне перевищення електромагнітного фону відносно природного, супроводжується енергетичним перевантаженням судин організму, його нервових закінчень, локальними перегріваннями його клітин. Ці негативні явища також можуть привести до незворотних наслідків.

Наявність областей погіршення життєвого тону людини (рис. 1.1.) свідчить про необхідність проведення захисних та профілактичних заходів у галузі електромагнітної екології та у відповідному їх фінансовому забезпеченні.

Під впливом неіонізуючих електромагнітних полів (НЕМП) у тканинах біологічних об'єктів збуджуються електричні струми, активізуються хімічні реакції, на клітковому рівні змінюється природний тепловий баланс. Збільшення енергетики НЕМП відносно природного електромагнітного фону може стимулювати неадекватні реакції людини, наприклад, оператора ергатичної системи, на випадкові змінювання деяких подій, за якими здійснюється спостереження. Тому

забезпечення функціональної цілісності ергатичних систем надзвичайної відповідальності при наявності НЕМП штучного походження є важливою проблемою, яка потребує розв'язку.

Мета роботи: «Розробка способу оцінки якості людини-оператора ергатичної системи на прикладі зовнішнього пілота дистанційно пілотованої авіаційної системи (в умовах недостатньої персональної статистики)»

Наукова новизна роботи. В дипломній роботі вперше запропоновано наукове обґрунтування та підготовка до експериментальної перевірки гіпотези про вплив НЕМП відносно низької інтенсивності на достовірність рішень, які приймає людина-оператор.

Практична цінність роботи. Вперше запропоновано наступні рекомендації для реалізації висунутої гіпотези:

- створення проекту електронного комплексу для відбору професійних операторів ергатичних систем надзвичайної відповідальності (системи управління повітряним рухом, ядерним реактором, хімічним виробництвом і т.п.), кваліфікація яких є гарантом безпеки людини та навколишнього середовища, за критерієм їх несприятливості до негативного впливу електромагнітних полів, рівні яких не перевершують граничних санітарних норм;

- обґрунтування необхідності створення технічного комплексу для укріплення несприятливості професійних операторів ергатичних систем надзвичайної відповідальності до негативного впливу відносно слабких електромагнітних полів, які прискорюють утомлюваність людини і сприяють збільшенню імовірності появи помилок першого або другого роду при прийнятті відповідних рішень.

РОЗДІЛ 1. ЕРГАТИЧНІ СИСТЕМИ

1.1 Поняття ергатичної системи.

Під ергатичною системою розуміється взаємодія суб'єкта та об'єкта праці, а в більш розгорнутому вигляді - це система "людина - машина - середовище - соціум - культура-природа".

Ергатична система - це складна система управління, складовий елемент якої - людина-оператор (або група операторів), наприклад, система управління літаком, диспетчерська служба вокзалу, аеропорту.

Складна цілеспрямована система, що включає людину (групу людей), технічний пристрій (засобів діяльності), об'єкт діяльності і середовище, в якому знаходиться людина.

На першому етапі досліджень метою оптимізації ергатичних систем вважалося пристосування людини до технічного пристрою.

На другому етапі йде пристосування технічного пристрою до людини, його психологічним, фізіологічним, антропометричним і іншим характеристикам.

Для третього етапу характерний розгляд ергатичної системи з позиції аналізу людського фактора як її сукупної інтегральної якості. При цьому не людина розглядається як рядова ланка, включена в технічну систему, а технічний пристрій - як засіб, включений в діяльність людини-оператора.

Саме людина породжує і трансформує цілі функціонування ергатичних системи, досягає їх за допомогою технічного пристрою.

Існує кілька підстав класифікацій ергатичних систем.

Залежно від числа діючих в них людей розрізняють моно-ергатичні (один оператор) і полі-ергатичні (кілька осіб) системи.

Залежно від підпорядкованості операторів в системі виділяють ергатичних системи першого, другого і більш високих порядків. Наприклад, система другого порядку має два поверхи управління, на першому з яких оператор працює з технічним

пристроєм, а на другому - оператор крім роботи з технічним пристроєм здійснює керівництво діями першого оператора.

За функціональним критерієм ергатичних системи поділяють на детерміновані (діючі за чітким алгоритмом) і недетерміновані, в яких поява тих чи інших подій, а отже, і здійснення діяльності оператора має імовірнісний характер.

Є й інші критерії класифікації ергатичних систем, їх число і різноманітність постійно зростає, що ускладнює спроби створення єдиної класифікації.

Ергатичних функція - складна функція управління, складовий елемент якої - людина-оператор.

Е.А. Клімовим виділені ергатичних функції, які є основою для різних видів трудової і професійної діяльності. Сама ергатичних функція визначається як "будь-яке зменшення невизначеності зв'язку елементів усередині ергатичній системи і її зв'язків із зовнішніми обставинами, які розглядаються з точки зору тих цілей, заради яких ця система створена, тобто - це будь-яка трудова функція (функція ергатичній системи). Наприклад, працівник не може знайти потрібний інструмент (потрібний документ) - у нього немає порядку (умови не відповідають роботі). Отже, треба навести порядок, тобто привести у відповідність цілі праці, засоби і умови.

Можна виділити наступні основні групи ергатичних функцій:

духовне виробництво (побудова ідеологій, освіти, мистецтво, наука);

виробництво впорядкованості соціальних процесів (законотворчість, засоби масової інформації - ЗМІ, планування - економіка, управління великими соціально-економічними та політичними системами);

виробництво корисних дій обслуговування і самообслуговування (життєзабезпечення суб'єктів праці, організація трудової діяльності, медичне обслуговування, ремонтне обслуговування, вдосконалення ергатичних систем);

матеріальне виробництво (оперативно-діагностичне - обробка інформації, прийняття рішення; оперативно-практичне - організація робочого місця, організація соціального середовища; оперативна самоорганізація суб'єкта праці - транспортування, управління коштами праці, вплив на предмети праці).

Виділення і розгляд поняття трудовий пост і його структура важливо для уточнення виробничого "сенсу" даної професійної діяльності.

Трудовий пост - це "багатовимірне, різно- і багато знакове системне утворення, основними складовими якого є:

- Цілі, уявлення про результат праці;
- Заданий предмет праці;
- Система засобів праці;
- Система професійних службових обов'язків;
- Система прав працівника;

Виробниче середовище (предметні і соціальні умови праці).

Робоче місце визначається не його конкретним місцем (стіл і стілець) в конкретному приміщенні, а цілою системою різноманітних умов, що забезпечують виконання його основних обов'язків (а не просто "відсиджування" на конкретному стільці і, по суті, імітацію роботи). Таке розуміння "трудового поста", можливо, допоможе багатьом працівникам, особливо творчих професій, простіше відповідати на несправедливі закиди начальства в тому, що їх "не видно на робочому місці".

1.2 Людський фактор

У сучасному житті важко знайти словосполучення, яке застосовувалося б настільки часто і повсюдно, маючи, при цьому, абсолютно різні тлумачення. У соціо-гуманітарній літературі під «людським фактором» прийнято називати функціонування людини як суб'єкта діяльності в різних сферах соціального життя. У технічному знанні «людський фактор» досліджується, головним чином, в контексті проблем безпеки різних технічних систем і позначає інтегральні характеристики зв'язку людини і технічного пристрою, які проявляються в конкретних умовах їх взаємодії при функціонуванні ергатичних системи. Настільки велика кількість думок про «людський фактор», в тому числі і в авіації, вимагає

досить уважного і послідовного розгляду правильності тлумачення і застосування цього словосполучення.

В авіації «людський фактор» розглядається як найважливіша умова, що впливає на рівень і визначальний стан безпеки польотів будь-якого роду літальних апаратів. Людина являє собою найбільш гнучкий, здатний до адаптації і важливий елемент авіаційної системи, однак і найбільш уразливий з погляду можливості негативного впливу на його діяльність.

Згідно з даними Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО), протягом багатьох років кожні три з чотирьох авіаційних подій відбувалися в результаті збоїв в працездатності людини.

Прийняті ІКАО заходи сприяли скороченню загального числа авіаційних подій, але їх причинність залишається колишньою - не менше 80% всіх авіаційних інцидентів, аварій і катастроф відбувається через помилкові і неправильні дії авіаційного персоналу, як в повітрі, так і на землі.

Починаючи з 1984р., Коли ІКАО випустило перше видання «Керівництва щодо запобігання авіаційним подіям», «людський фактор» (ЛФ) розглядається як пріоритетний у сфері забезпечення безпеки польотів. При цьому особлива увага приділяється правильному сприйняттю помилки, як неминучої умови в діяльності людини. За минулі тридцять років «вчення про людський фактор» доповнилося численними деталями, методиками. Незмінним залишилося одне - відсутність чіткого і єдиного тлумачення феномена «людського фактора» в авіації, доступного до сприйняття і прийнятого в авіаційній середовищі, особливо серед пілотів. Фахівці ІКАО вважають, що ЛФ - це «наука про людей в тій обстановці, в якій вони живуть і трудяться, про їх взаємодію з машинами, процедурами і навколишнім оточенням, а також про взаємодію людей між собою». Ще більш ускладнює уявлення про ЛФ визначення професора Едвардса, що приводиться в «Керівництві з навчання в області людського фактора»: «Робота в галузі людського чинника (ЛФ) спрямована на оптимізацію взаємовідносин між людьми і їх діяльності шляхом системного застосування знань про людину в рамках конструювання систем ».

Обидва наведених визначення навряд чи можна вважати формулюванням відповіді на питання: що ж таке людський фактор? Не отримавши такої відповідь, складно виробити універсальний механізм, здатний зменшити негативний вплив «ЛФ» на стан безпеки польотів. Для отримання шуканого і його об'єктивного розуміння, необхідно звернутися до витоків проблеми.

Відзначаючи обмеженість професійного відбору як підходу до узгодження людини з технікою, підкреслюється важливість ергономічного підходу до узгодження техніки і психофізіологічних можливостей людини: «Якщо не можна пристосувати працівника до знаряддя і обстановці, то слід пристосувати знаряддя і обстановку до працівника. Якщо не можна побудувати з технічного розрахунку всю систему «знаряддя + працівник», то слід, по крайній мірі, 1) провести розрахунок працівника, «беручи» його так, як він даний природою, і 2) розрахувати і побудувати знаряддя так, щоб узгодити у всіх деталях розрахунок цієї другої частини системи з уже виробленим розрахунком першої частини, розрахувати знаряддя так, щоб вся система була цілісною і могла бездоганно працювати ».

Якщо говорити про безпеку польотів до того періоду досліджень, то чітко простежуються дві основні тенденції в причинності авіаційних подій: значна частина їх (до 90%) відбувається через помилкових дій льотного складу, пов'язаних з індивідуальними особливостями пілотів, що є прояв «особистого фактора », інша частина - через « людський фактор »- неврахування психофізіологічних можливостей льотного складу при конструюванні авіаційної техніки.

Сучасна парадигма існування ергатичної системи «людина-машина» вимагає, щоб людина в цій системі займав домінуюче становище, забезпечене технологічними рішеннями та умовами праці, найбільш повно пристосованим до психофізіологічних характеристик людини. Тільки при дотриманні цієї базової умови забезпечується максимальна ефективність, безпеку і комфорт трудової діяльності людини. Порушення цієї умови тягне за собою збій в роботі даної системи, з можливими несприятливими наслідками для людини.

Микола Митрофанович Добротворський стверджував:

1. Вимога до людини (пілота) можна пред'являти тоді, коли техніка буде відповідати (психофізіологічних) можливостям людини.
2. Необхідно, щоб всі конструктивні особливості («пристрій і обладнання») літака забезпечували реалізацію льотчиком максимальних можливостей літака.
3. Кожен створюваний літак і умови праці в ньому («комфорт») завжди повинні бути пристосовані до психофізіологічних характеристик пілота (екіпажу).

Порушення цих фундаментальних інженерно-психологічних і ергономічних умов при створенні нової та / або модифікуванні діючої авіатехніки призводить до неправильних (помилкових) дій пілота (екіпажу) і загрозу безпеці польотів. Це і є прояв людського фактора.

Під людським фактором (ЛФ) в авіації слід розуміти умови, причини виникнення помилкових дій пілота (льотних екіпажів, осіб пов'язаних із забезпеченням та обслуговуванням польотів) в його (їх) взаємодії з авіаційною технікою, викликані ергономічними недосконалістю техніки та невідповідністю психофізіологічних можливостей пілота (зазначених осіб).

1.3 Роль людського фактора в системі керування безпекою польотів

Ні для кого не секрет, що на сьогоднішній день, авіація - це найбезпечніший вид транспорту. Однією з ключових завдань, що стоять перед авіаційною галуззю і регламентують органами є удосконалення безпеки авіатранспортної системи. Рішення даного завдання пов'язано з деякими труднощами.

Розглядаючи виконання польотів тільки з точки зору безпеки, неможливо вирішити цю задачу, так як польоти повинні бути одночасно безпечними, регулярними, і економічно ефективними. При цьому безпека є найважливішим фактором виконання польотів. Не існує абсолютно безпечною діяльності людини, тобто вільної від ризику діяльності. Повністю уникнути ризик в авіації неможливо, при цьому в даній сфері людської діяльності помилки є найбільш критичними,

так як часто можуть привести до людських втрат. проблема забезпечення безпеки польотів завжди була і буде завданням щодня розв'язуваної персоналом, задіяним в виконання польотів.

Система управління безпекою польотів створена для забезпечення безпечного виконання польотів повітряних суден.

Дане завдання вирішується управлінням існуючих факторів ризику для безпечної експлуатації повітряних суден. Основне призначення системи - безперервне поліпшення рівня безпеки польотів.

Дане завдання вирішується за використання декількох шляхів:

1. Виявлення факторів ризику;
2. Постійний збір і аналіз польотних даних, а також даних про умови експлуатації;
3. Оцінка виявлених чинників ризику.

Основним завданням СУБП є проактивне обмеження і зменшення факторів ризику, яке дозволяє уникнути того, що дані фактори приведуть до обставин або інцидентів. СУБП є необхідністю для будь-якої організації, що здійснює експлуатацію повітряних суден. Такої думки дотримується ІКАО.

СУБП включає основні елементи, необхідні для виявлення і управління факторами ризику для безпеки польотів шляхом забезпечення наступних умов:

1. Ведеться постійний збір і аналіз інформації;
2. Наявність певних інструментів для вирішення завдання з управління ризиками;
3. Існуючі інструменти та завдання узгоджуються між собою;
4. Існуючі інструменти відповідні можливостям організації;
5. Рішення приймаються тільки після повного аналізу факторів ризику для безпеки польотів.

Сфера дії СУБП – діяльність по експлуатації повітряного судна. Залучення всіх сторін, які впливають на безпеку польотів, як зовнішніх, так і внутрішніх, - необхідність для нормального функціонування СУБП.

Реалізація СУБП повинна відповідати масштабу організації, а також складності діяльності, здійснюваної організацією.

ІКАО сформулювало дотримуватися принципів, а також дванадцять основних елементів, дані принципи і елементи становлять мінімальні вимоги до реалізації СУБП.

Чотири принципи СУБП:

- I. Сформульована політика по забезпечення належного рівня безпеки польотів. Політика і цілі СУБП, що визначаються організацією, створюють фундамент для побудови всієї системи;
- II. Управління факторами ризику. Кінцева мета управління факторами ризику - розробка належних заходів і заходів по їх зменшенню;
- III. Організаційне та нормативне сприяння процесу управління безпекою польотів. Популяризація безпеки польотів. Дане сприяння полягає в підготовці персоналу в сфері забезпечення безпеки польотів;
- IV. Забезпечення належного рівня безпеки польотів; Постійний контроль дотримання норм національного законодавства, а також світових стандартів забезпечує безпеку польотів.

Основним принципом роботи СУБП є постійне виявлення факторів ризику, їх ретельний аналіз, оцінка допустимості ризику, а також зменшення і контроль факторів небезпеки.

Поняття «людський фактор» зараз застосовується досить широко в усіх професійних сферах людської діяльності і всюди його використовують у відповідності зі своєю специфікою. Аналіз впливу «людського фактора» поки вказує тільки на те, що для проведення коректної оцінки професійної діяльності людини це поняття є занадто загальним. Тому з'ясування сенсу поняття «людський фактор» необхідно почати з з'ясування сенсу поняття «фактор».

Поняття «фактор» в науковому сенсі сприймається, в основному, як - джерело впливу, рушійна, діюча сила або суттєва обставина.

Під «людським фактором», як джерелом впливу, можна розуміти всі різноманітні прояви людської індивідуальності. Вплив на навколишнє середовище можуть надавати особисті та духовні якості людини, різні прояви, пов'язані з особливостями темпераменту, мислення, розвиненості інтелекту, фізичних якостей.

Людина може впливати на інших людей або на навколишнє середовище, реалізуючи свій творчий хист або спонукання, задовольняючи різні потреби, амбіції, інстинкти і т. п., реагуючи по-різному на всі навколо. Ці реакції передбачити не можна, тому що вони можуть залежати від моментного стану людини.

Тому сприйняття «людського фактора» як джерело впливу на навколишнє середовище не веде до певних результатами по розкриттю загальної логіки його впливу.

Під «людським фактором», як рушійною, діючою силою, зазвичай розуміють окремі дії і директивні рішення людей, безпосередньо або опосередковано впливають на навколишнє середовище або людей. Але сприйняття впливу «людського фактора» у вигляді вже прийнятого рішення не допомагає поліпшити безпеку (успішність) людських дій. Прийняте рішення, або вже досконалий – це закінчений процес і вплинути на нього вже неможливо, а відомо, що один з основних принципів оптимізації безпеки і успішності - це принцип превентивності.

Поки ясно одне, що вплив людини на безпеку і ефективність здійснюваної ним діяльності не є єдиним впливає чинником. Є ще техногенні, природні та ін. фактори. Але саме людина є тим елементом в ланцюгу, який своїм рішенням об'єднує в собі всі попередні дії, разом з виниклими невизначеностями. Як такий, людина є визначальним фактором і останньою інстанцією в процесі підвищення або зменшення безпеки і якості проведеної роботи. У цьому сенсі, вплив «Людського фактора» доцільніше сприймати як суттєва обставина.

Велика частина польотів цивільної авіації в світі - це польоти комерційних цивільних повітряних суден. Міждержавний авіаційний комітет, Міністерство Транспорту Російської Федерації, а також FAA (Federal Aviation

Administration) щорічно випускають звіти з безпеки польотів цивільної авіації.

За даними з вищевказаних звітів, в 1960-і роки більше 60% авіаційних пригод сталися з вини пілота і менше 21% пригод пов'язані з відмовами техніки. На поточний момент статистика авіаційних подій по вині пілота (людський фактор), як і раніше зберігається на тому ж рівні. Саме найменше число авіаційних подій пов'язаних з людським фактором спостерігалось в 1980-х роках. Це пов'язане з початком вивчення впливу людського фактора на безпеку польотів і з появою засобів об'єктивного контролю.

Надалі, зростання пригод по причини людського фактора пов'язаний з удосконаленням повітряних суден цивільної авіації, в тому числі появою високоавтоматизованих повітряних суден. Що з одного боку вплинуло на збільшення надійності авіаційної техніки, а з іншого боку призвело до збільшення питомої інтенсивності навантаження на одного члена екіпажу. Також, з ростом автоматизації повітряних суден зменшилася потрібну кількість членів льотного екіпажу, що також спричинило за собою збільшення кількості помилок екіпажу, пов'язаних з високою інтенсивністю діяльності з управління високоавтоматизованим повітряним судном. Більш детально дана статистика показана в таблиці нижче.

Таблиця 1.1.

Кількість авіаційних подій за період 1960-2010 років

Кількість авіаційних подій за причинами							
Причина	1960-ті	1970-ті	1980-ті	1990-ті	2000-ті	2010-ті	Всього
Людський фактор	150	132	111	140	107	78	718
Відмова техніки	52	38	37	36	32	19	214

Погодні умови	14	13	11	13	12	11	74
Захоплення ПС	12	25	23	19	16	17	112
Інша	20	30	23	27	11	16	127
Всього	248	238	205	235	178	141	1245

З представленої статистики випливає, що більша частина авіаційних подій в авіації відбувається з вини екіпажу. Динаміка цього показника з 1960-х по 2010-і роки показана на рисунку 1.1.1.

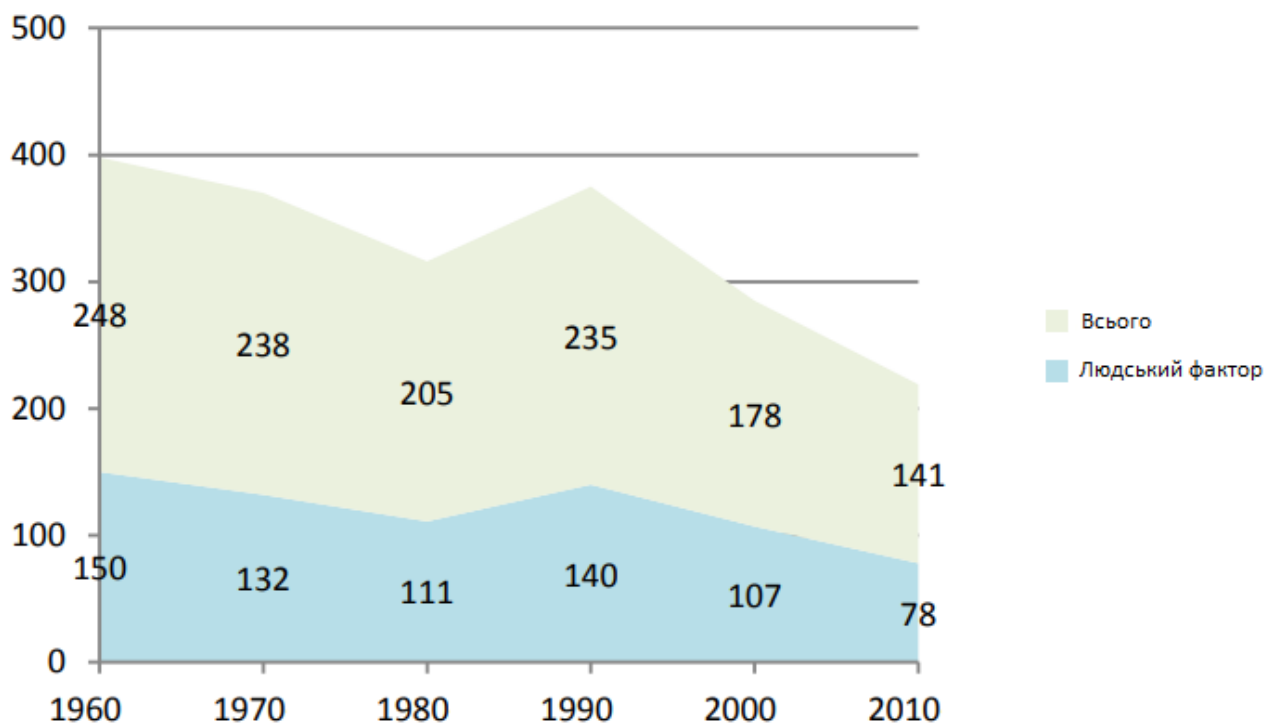


Рис.1.1.1. Кількість авіаційних подій і по причині людського фактора з 1960-2010р.

Як показує аналіз статистики, більшість льотних пригод відбувається або через всіляких відмов техніки (15-21%), або через помилки екіпажів, що допускаються ними в процесі виконання діяльності з управління повітряним судном (54-61%).

Складно розробити автоматичну систему, розраховану на розпізнавання

дуже великого числа можливих типів небезпечних ситуацій. Однак, використовуючи аналіз статистики авіаційних подій, серед всієї сукупності можна виділити набір найбільш часто зустрічаються типових ситуацій, що характеризуються певними загальними ознаками, за якими їх можна ідентифікувати.

Розподіл процентної частки авіаційних подій за типами, виходячи зі статистичних даних ІСАО показано на рисунку 1 і 2. З графіка видно, що обставини, які стосуються зіткнення справного повітряного судна із землею, налічують 16 відсотків від загальної кількості пригод.

Сукупність людського фактора і будь-яких факторів ризику, які впливають на безпеку польотів, таких як ускладнення метеоумов, відмова авіаційної техніки та інші позасистемні чинники - основна причина сучасних авіаційних подій та інцидентів.

Як видно з рисунка 2, найгірші показники були відзначені в 1960-х роках. (248 АС, 150 через людського фактора). Потім спостерігається спад авіаційних подій, що швидше пов'язано з підвищенням надійності повітряних суден цивільної авіації, ніж зі зменшенням впливу людського фактора на безпеку польотів. У 1990-х роках помічений зростання числа авіаційних подій, основною причиною яких є людський фактор (140 подій з 235), що явно відображає картину того, що автоматизація повітряних суден спричинила за собою збільшення навантаження на кожного члена льотного екіпажу.

АП з причин «ЛФ» (70%) з'явилися наслідком наступних факторів: - недовченість або відсутність якого-небудь льотного навчання у пілота; - пілотування ВС пасажиром, що не мали льотної підготовки; - станом здоров'я пілота (відзначений 1 інфаркт в польоті, дуже часто пілотування, що призвело до АП, виконувалося п'яним пілотом); - слабкою кваліфікацією і невеликим льотним досвідом (звідси необачність, слабка техніка пілотування, погане знання матеріальної частини та керівництва по її експлуатації, неправильні рішення, що призводять до помилок і, як наслідок, - до АП).

Як правило, основними причинами АП були поєднання вищенаведених факторів, що визначає в яких був ЛФ. Таким чином, більшість льотних подій відбувається або через всіляких відмов техніки (15-20%), або через помилки екіпажу, що допускаються ними в процесі пілотування, або викликано поєднанням несприятливих чинників (БМУ + помилка пілота) - близько 80%.

Таким чином, завдання, пов'язане з розробкою алгоритмів діагностики критичних режимів польоту, в тому числі пов'язаних з небезпекою зіткнення ЗС в повітрі і із зіткненнями з наземними перешкодами, є досить актуальною. Комплексування таких алгоритмів з алгоритмами автоматизації управління, дозволить в значній мірі підвищити безпеку польотів сучасних і перспективних літаків малої авіації.

Як видно з аналізу статистики АП, головною причиною АП залишається людський фактор, що вказує на перегляд підходів до підготовки пілотів.

У цивільній авіації, протягом 2015 і 2016 років відбувався спад обсягів виробничої діяльності. Але в 2017 і в 2018 році був відзначений ріст основних показників виробничої діяльності цивільної авіації Російської Федерації.

За 2018 рік було перевезено 116 млн. пасажирів, по відношенню до 2016 року збільшення пасажиро-перевезень склало 31%;

Значення відносних показників безпеки польотів, на тлі зростання показників виробничої діяльності 2017 року, були краще їх середніх значень за попередній 10-річний період:

На тлі зростання показників виробничої діяльності, значення відносних показників БП 2017 року були не краще їх середніх значень за крайній 10-літній період:

- Відносне число АП (на 100 тис. годин нальоту) склало 0,51 при середньому значенні аналогічного показника за період з 2007 по 2016 роки - 0,53;

- Відносне число катастроф (на 100 тис. Годин нальоту) склало 0,24 при середньому значенні за аналогічний показник за період з 2007 по 2016 - 0,26;

- Відносне число загиблих в результаті катастроф (на 1 млн. Перевезених пасажирів) в 2017 році склало 0,24 при середньому значенні аналогічного показника за період з 2007 по 2016 - 0,94.

Узагальнені групи типів подій, обумовлюють авіаційні події та катастрофи з літаками при виконанні комерційних повітряних перевезень за період з 2001 по 2017 роки, наведені на рис. 1.2 і 1.3.



Рис. 1.1.2. Основні типи подій, що призводять до авіаційних випадків з літаками комерційної авіації.

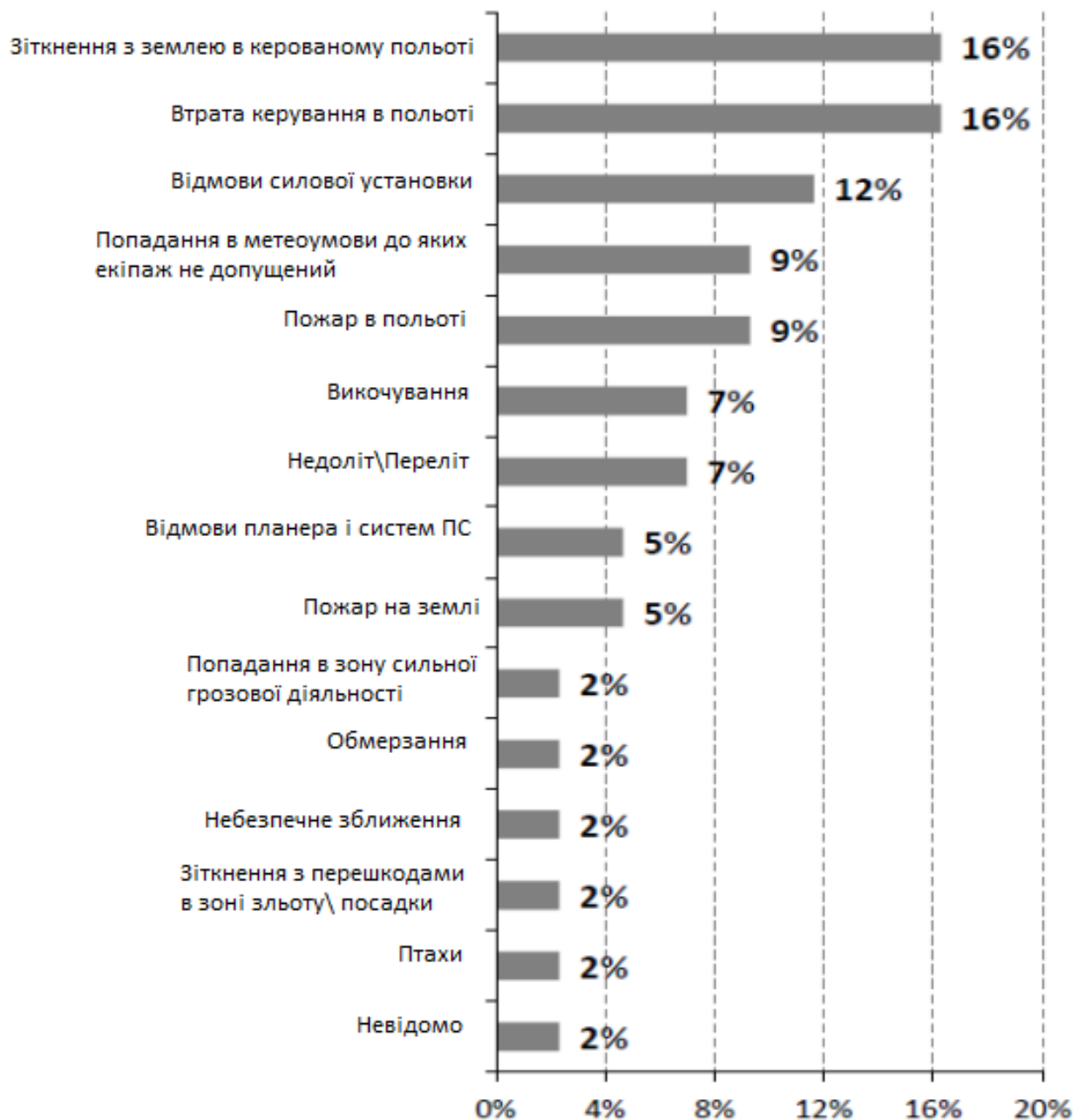


Рис. 1.1.3. Основні типи подій, що призводять до катастроф літаків комерційної авіації.

Таким чином, вплив процесів глобалізації, впровадження інформаційних технологій, повсюдна автоматизація прийняття рішень, підвищені вимоги до кваліфікації пілотів і багато інших змін в сучасній цивільній авіації привели до зміни моделі системи управління безпекою польотів та людськими ресурсами. Для сучасних керівників і операторів діють нові правила, нові кордони, нові принципи досягнення успіху, нові форми організації. Ситуація, з якою стикаються всі

менеджери в сучасних умовах, характеризується тим, що традиційна структура організації в минулому, орієнтована на ресурси, стрімко поступається свої позиції народжується організації, в основі якої лежать знання.

З ускладненням авіаційної техніки збільшується і вплив людини. Під багатьох професіях людина звільняється від необхідності виконувати приватні операції, починає контролювати потужні потоки енергії, освоювати величезні обсяги інформації і управляти складними технологічними процесами. При цьому лавиноподібно зростають рівень його відповідальності, ціна допускаються помилок, зростає необхідність швидкої, самостійної і об'єктивної оцінки ризиків і небезпек. Разом з цим зростає потреба в знаннях про людину і зокрема про логіку його поведінки в різних ситуаціях.

Факти все частіше показують, що безпечні та ефективні реакції пілотів залежать не тільки від їх знань, досвіду і доведених до автоматизму навичок. Причиною виникнення критичних ситуацій все рідше є недостатня професійна підготовка та відсутність достатнього практичного досвіду. Дуже часто, досить підготовлені фахівці, цілком свідомо і зовні невмотивовано, порушують існуючі правила безпеки. Недостатньо підготовлені фахівці, навпаки, зазвичай мобілізують всі свої сили і здатності для ефективного вирішення поставленої професійного завдання. Ці спостереження говорять про те, що можуть існувати і інші, поки важко вимірювані і прогнозовані чинники, які впливають на людські рішення. Вони пов'язані безпосередньо з духовно - особистісними характеристиками окремого індивіда і для їх розуміння необхідні нові великомасштабні дослідження логіки поведінки людини. Для зниження негативного впливу людського фактора на безпеку польотів основні зусилля повинні бути спрямовані:

- на твердження в авіакомпанії культури і політики безпеки;
- розробку і проведення відповідних профілактичних заходів;
- розробку і впровадження повноцінних стандартних процедур;
- підвищення ефективності взаємодії екіпажу.

Висновки

1. В цьому розділі приведені - поняття ергатичної системи, як системи яка найчастіше зустрічається в нашому світі.
2. Наведені історичні факти впливу людського фактора на їх безпосередню діяльність.
3. Доведено, що відсоток авіакатастроф які відбуваються по причині відмови техніки складає 15-20%, в той час як з причини пілота близько 80%.
4. Піднімається проблема дослідження психологічного стану людини-оператора.

РОЗДІЛ 2. НАДІЙНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕРГАТИЧНОЇ СИСТЕМИ

2.1. Поняття теорії надійності

Теорія надійності вивчає закономірності відмов технічних об'єктів (до яких, зокрема, відносяться інформаційні, обчислювальні системи і мережі), методи і моделі аналізу надійності і забезпечення їх сталого функціонування в умовах відмов.

Під надійністю розуміється властивість об'єкта зберігати в часі здатність виконувати необхідні функції при заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування. Інакше кажучи, надійність об'єкта - його здатність вчасно виконати те, що потрібно.

Надійність є комплексною властивістю, що у залежності від призначення об'єкта та умов його застосування може включати безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, відновлюваність, збереженість, готовність, а також відмовостійкість, живучість або певні поєднання цих властивостей (рис. 2.1.1).

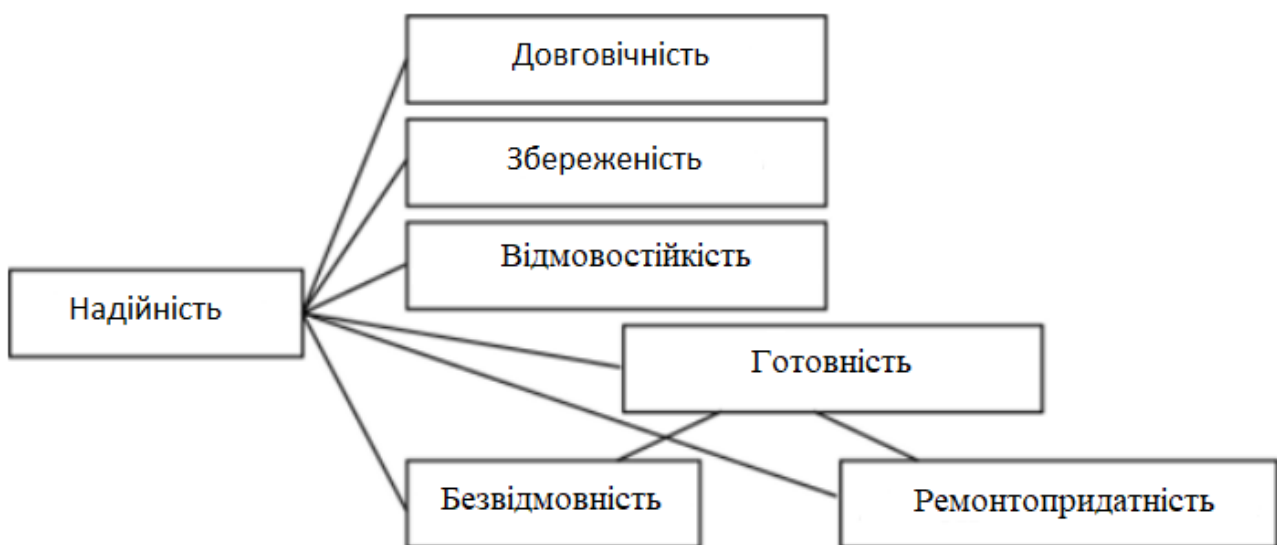


Рис.2.1.1. Складові надійності

Основні питання, які вивчає теорія надійності:

- відмови технічних елементів (засобів, систем);
- критерії і кількісні характеристики надійності;
- Методи аналізу і підвищення надійності елементів і систем на етапах проектування, виготовлення і експлуатації; методи випробування технічних засобів на надійність;
- Методи оцінки ефективності підвищення надійності.

В конкретних областях техніки розроблялися і продовжують розроблятися прикладні питання надійності, питання забезпечення надійності даної конкретної техніки (радіоелектронні прилади, засоби обчислювальної техніки, транспортні машини, продуктопроводи, хімічні реактори і т. д.). При цьому вирішується питання про найбільш раціональному використанні загальної теорії надійності в конкретній галузі техніки і ведеться розробка таких нових положень, методів і прийомів, які відображають специфіку даного виду техніки. Так виникла прикладна теорія надійності.

Забезпечення надійності є серйозним завданням для фахівця, який експлуатує складні технічні системи, відмова яких може призвести до аварій і надзвичайних подій. По-перше, він повинен розглянути наслідки кожного відмови. Невраховані відмови можуть стати згодом причиною невиконання виробничої програми.

По-друге, часті відмови або тривалі періоди несправного стану можуть призвести до повної втрати працездатності системи і її непридатність до подальшої експлуатації.

Третій аспект надійності пов'язаний з безпекою для людей і навколишнього середовища. Очевидно, без знання основних питань математичної теорії надійності неможливо реалізувати найкращі умови проектування тих-нічних систем і вирішити завдання безпеки при експлуатації. Розгляд питань теорії надійності обмежується розглядом понять, законів розподілу відмов , способів резервування і основних методів розрахунку надійності систем до першої відмови.

У теорії надійності використовують поняття об'єкт, елемент, система.

Об'єкт-технічний виріб певного цільового призначення, що розглядається в періоди проектування, виробництва, випробувань і експлуатації.

Об'єктами можуть бути різні системи і їх елементи, зокрема: спорудження, установки, технічні вироби, пристрої, машини, апарати, прилади та їх частини, агрегати і окремі деталі.

Елемент системи-об'єкт, який представляє окрему частину системи. Саме поняття елемента умовно і відносно, так як будь-який елемент, в свою чергу, завжди можна розглядати як сукупність інших елементів. Поняття система і елемент виражені один через одного, оскільки одне з них варто було б прийняти в якості вихідного, постулювати. Поняття ці відносні: об'єкт, який вважався системою в одному дослідженні, може розглядатися як елемент, якщо вивчається об'єкт більшого масштабу. Крім того, саме розподіл системи на елементи залежить від характеру розгляду (функціональні, конструктивні, схемні або оперативні елементи), від необхідної точності проведеного дослідження, від рівня наших уявлень, від об'єкта в цілому. Людина-оператор також є одним з ланок системи людина-машина. Система-об'єкт, який представляє собою сукупність елементів, пов'язаних між собою певними відносинами взаємодіючих таким чином, щоб забезпечити виконання системою деякої досить складної функції.

2.2. Оцінка впливу електромагнітних полів на показники надійності.

Будь-яка система, зокрема ергатична, створюється для задоволення потреб споживача як засіб досягнення певної мети A з ймовірністю P_A , яка повинна бути не нижче заданої ймовірності P_{AS} . Збільшення P_{AS} при інших рівних умовах підвищує конкурентну спроможність системи. Ймовірнісну міру P_A , можна розглядати як узагальнений фактор її надійності. При цьому в категорії узагальнених характеристик надійності доцільно виділити і кількісно оцінювати систему в двох аспектах. Перший з них впливає із необхідності забезпечення неперервного обслуговування споживача результатами використання системи по призначенню в заздалегідь обумовлений проміжок часу. Цей аспект пов'язаний з фізичною

надійністю системи як матеріального об'єкта. Другий аспект узагальненої характеристики надійності системи пов'язаний з забезпеченням вірогідності оцінки результатів, які характеризують близькість досягнення мети A , тому він висвітлює надійність інформації, що постачається споживачу системою.

Згідно з рекомендаціями ІКАО, цими двома аспектами визначають такі поняття, як неперервність (безвідмовність) обслуговування і цілісність (вірогідність) системи. Імовірнісні показники неперервності обслуговування P_U і цілісності P_W є парціальними складовими факторами P_A . Ці нормовані показники вперше були введені ІКАО для оцінки надійності функціонування таких складних технічних систем, якими є інструментальні системи посадки літаків і супутникові навігаційні системи GPS (США) та "Глонасс" (Росія). Існує тенденція поширення нормованих показників неперервності обслуговування і цілісності на інші види складних систем надзвичайної відповідальності. До нинішнього часу розроблені окремі часткові методики кількісних оцінок імовірнісних показників P_U та P_W стосовно до технічних систем, що знаходяться в режимі експлуатації. Проте ці методики непридатні для узагальненої оцінки надійності ергатичних систем, тобто систем, в контур керування якими вводиться людина-оператор. На рис.1 в вигляді структурної схеми зображені можливі взаємозв'язки між окремими показниками ергатичної системи, що визначають узагальнений характер її надійності. Ці взаємозв'язки при дослідженні конкретних задач можуть бути представлені в формі композиції функціональних операторів, які мають ключові властивості.

У пресі висвітлена статистика катастроф, аварій та передумов до них для ряду систем надзвичайної відповідальності. Із цієї статистики випливає, що більша частина їх виникає з вини людини (не менше 60%), а не з вини техніки (біля 14%). Тому виникає проблема підвищення надійності людини-оператора як особливої підсистеми в генеральній ергатичній системі.

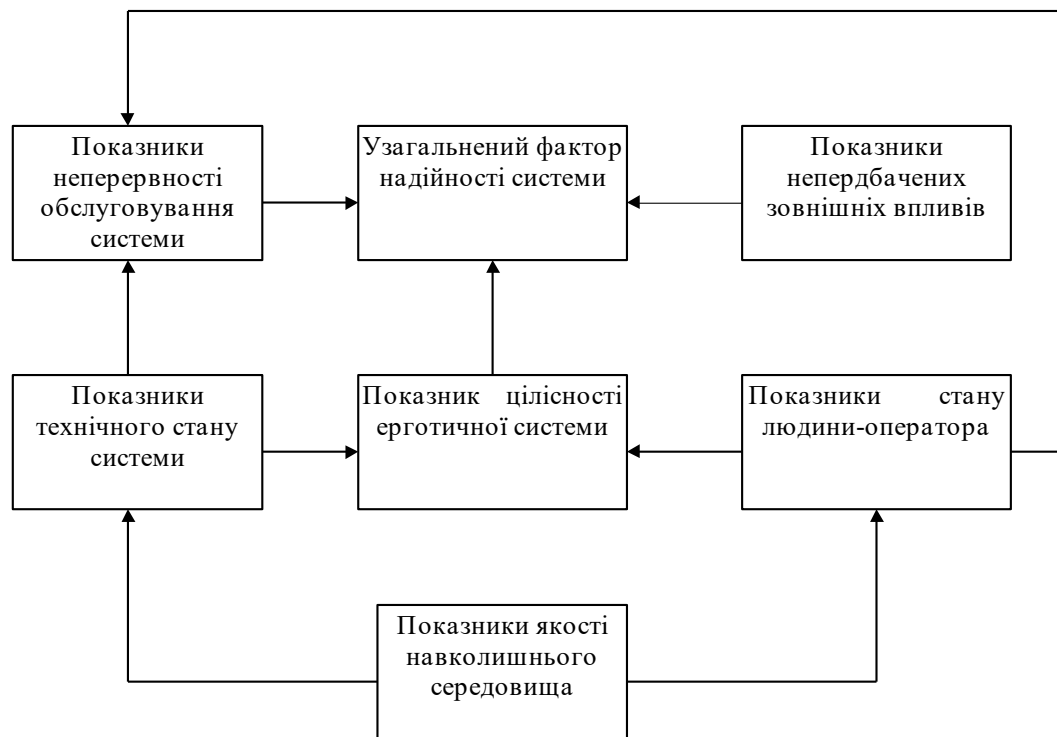


Рис. 2.2.1. Основні показники ерготичної системи, які впливають на показник її надійності.

Можливий стан людини-оператора (пілота, диспетчера, керівника польотів, оператора АЕС і т.п.) залежить від багатьох обставин і факторів довкілля. Дослідження, які проводилися в багатьох країнах, зокрема в Україні, свідчать про те, що до впливових факторів необхідно зарахувати і неіонізуючі електромагнітні поля (ЕМП) різних частотних діапазонів. Сукупність ЕМП технічного походження визначає нефонову електромагнітну обстановку (ЕМО), в якій функціонують електронне та радіоелектронне обладнання будь-якої системи і людина-оператор. При цьому виникають дві проблеми, пов'язані з наявністю ЕМП. Одна з них відома як задача електромагнітної сумісності (ЕМС) технічних засобів, які здатні випромінювати і сприймати енергію електромагнітних хвиль. Розв'язки цієї задачі в загальних рисах визначені й розроблені конкретні методики, які дають можливість знаходити точні відповіді на питання, що стосуються окремих аспектів першої проблеми.

Друга проблема відноситься до досліджень впливу ЕМП на людину й інші біологічні об'єкти. В межах цієї проблеми розв'язана лише частина задачі, пов'язаної з виявленням впливу ЕМП на здоров'я людини. На основі отриманих результатів створення науково обґрунтовані санітарні норми на гранично допустимі рівні (ГДР) неіонізуючих ЕМП. Цими нормами керуються розробники систем, забезпечуючи на робочому місці людини-оператора умови, які не шкідливі для здоров'я. Але при встановленні безпечних рівнів випромінювання практично не досліджувалися питання впливу малопотужних ЕМП, рівні яких значно нижчі гранично допустимих, на ефективність професійної діяльності людини-оператора, введеного в контур керування системою надзвичайної відповідальності.

Якщо вважати, що головною функцією людини-оператора є аналіз ситуації і прийняття відповідних рішень, то ефективність його дій можемо оцінити ймовірністю відсутності в них помилок першого та другого роду (по типу хибної і невиявленої відмови системи).

Використовуючи об'єктивні передумови, обґрунтуємо припущення про можливий вплив малопотужних неіонізуючих ЕМП на зниження якості професійної діяльності людини-оператора.

Природа захистила низку життєво важливих органів людини від будь-яких зовнішніх механічних впливів кістяними оболонками в вигляді черепної коробки, трубчатих кісток, грудної клітки. Але для ЕМП такий захист виявився неефективним. ЕМП, проникаючи крізь кісну оболонку взаємодіє з судинами і капілярами, наприклад головного мозку, що наповнені фізіологічними рідинами, як з провідниками другого роду. Згідно з законами фізики ці провідники зазнають дії механічних сил, які обумовлені наявністю ЕМП і які зветься пондеромоторними силами. Через дії пондеромоторних сил людина-оператор може відчувати почуття внутрішнього дискомфорту.

В дійсності жоден з викладених механічних ефектів в організмі людини не спостерігається. Підставою для того твердження є та обставина, що ніхто

з дослідників-фізіологів впливу електромагнітних полів на живі організми не зафіксував таких явищ. Пояснення цього полягає в тому, що органи живого організму нейтралізують дії всіх компонентів пондеромоторних сил, втрачаючи при цьому певну кількість внутрішньої енергії. Додаткові витрати енергії, спрямовані на компенсацію дій пондеромоторних сил, супроводжуються непередбаченим зменшенням загальної кількості внутрішньої енергії організму, зокрема, тієї відносно невеликої її частини, яка відведена для здійснення інтелектуальної діяльності. Дефіцит енергії, що створюється при цьому, призводить до зниження рівня інтелектуальної діяльності, внаслідок чого з плином часу виникає загроза появи додаткових помилок в роботі людини-оператора. Очевидно, що кількість енергії, яка витрачається на нейтралізацію негативної дії пондеромоторних сил, пропорційна добутку потужності ЕМП технічного походження, які існують на робочому місці людини-оператора і тривалості їх впливу на людину. Тому навіть малопотужні поля, рівні яких нижчі ГДР, після деякого рубіжного інтервалу часу, індивідуального для кожної людини, неминуче приведуть до збільшення кількості помилок, що з'являться в прийнятих рішеннях. При цьому не виникають фізіологічні зміни в організмі і не завдається шкода здоров'ю людини.

Збільшення неперервного стану роботи в умовах ЕМП приводить до того, що в організмі людини перерозподіляється загальний запас енергії, призначеної для забезпечення його життєвих фікцій. Цей перерозподіл обумовлений необхідністю поповнення частини енергії, яка витрачається на нейтралізацію дії пондеромоторних сил, з метою збереження необхідного рівня інтелектуальної діяльності. При природному старінні організму загальний запас його енергії знижується. При цьому зменшується і та його частина, яка виділяється організмом для компенсації дії пондеромоторних сил. В цих умовах погіршуються якісні показники діяльності людини оператора.

Для підтвердження викладених положень було здійснено тестування невеликої кількості людей по спеціально розробленій методиці. Результати тестування підтвердили наявність стійкої тенденції до збільшення кількості помилок, які

виникають в процесі прийняття рішень людиною-оператором в присутності на робочому місці малопотужних ЕМП.

В зв'язку з викладеним вище, згідно зі схемою, зображеною на рис.1, виникає задача оцінювання ймовірностей показників PU та PW ергатичних систем. Розв'язання цієї задачі неможливо без упорядкованого дослідження питань, що визначають проблему біологічної електромагнітної сумісності (БіоЕМС) в ергатичних системах. Під БіоЕМС в подальшому будемо розуміти властивість організму людини виконувати притаманні йому біологічні функції і здійснювати інтелектуальну діяльність в присутності неіонізуючих ЕМП технічного походження.

В основу концепції БіоЕМС можна покласти структурну схему, зображену на рис.2.2.2., яка представляє можливу модель процесу взаємовпливів таких фізичних об'єктів як ЕМП і людина оператор, що розглядаються на рівні підсистемергатичної системи.

До такої моделі можна застосовувати всі принципи і постулати схемотехніки. Згідно з принципом цілеспрямованості будь-яка система мусить бути орієнтована на досягнення і утримання певного стану з низки можливих. Цей стан є цільова функція системи А. Цільова функція є багатокритеріальною і залежить від композиції параметрів що задаються в вигляді переліку тактико-технічних вимог, які висуваються до системи в цілому. На основі постулатів цілісності, доповняльності і автономності система дає можливість виділити в ній m підсистем. При цьому цільова функція А визначається композицією власних A_{ii} і взаємних A_{ij} цільових функцій підсистем (тут $ij=1,2,\dots, m$).

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mm} \end{bmatrix}.$$

Матрицю цільової функції можна розділити на окремі підматриці і композицію цільових функцій кожної підматриці вважати цільовою функцією підсистеми більш вищого рівня. Такою підсистемою може виявитися, наприклад, система безпеки польотів літаків або пілотованих космічних комплексів типа “Мир”.

Застосування принципів і постулатів системотехніки до моделі, що приведена на рис.2., дає можливість обґрунтувати і сформулювати загальну концепцію розв’язання проблеми БіоЕМС в ергатичних системах.

Основні положення концепції сформулюємо, використовуючи єдину методику для кожної з відокремлених підсистем. Основні положення концепції представлені в вигляді таблиці (табл.1.) по принципу тематичного бібліотечного каталогу.

В табл.1. позначені підсистеми й вказані концептуальні задачі, які потребують розв’язання, а саме:

- виявлення та вивчення механізмів виникнення і проявлення специфічних ефектів в кожній з виділених підсистем (4-й стовпець);
- організація контролю і створення засобів вимірювання загальних і специфічних параметрів підсистеми (5-стовпець);
- виявлення параметрів підсистем які вимагають нормування і здійснення цієї процедури (6-й стовпець);
- розробка способів керування параметрами підсистеми (7-й стовпець);
- розробка пропозицій по реалізації цільових функцій підсистем (8-й стовпець);
- розробка методів кількісної оцінки ефективності заходів по реалізації цільових функцій підсистем (9-й стовпець);
- сертифікація генеральної системи (10-й стовпець)

Концепція розв'язання проблеми БіоЕМС

№	Підсистема	Цільова функція	Концептуальні питання						
			4	5	6	7	8	9	10
1	Джерела зовнішньої ЕМО	Не створювати негативних впливів	+	+	+	+	+	+	
2	Джерела внутрішньої ЕМО	Не створювати негативних впливів	+	+	+	+	+	+	
3	Засоби впливу на ЕМО і засоби контролю	Вимірювання і захист від ЕМП	+	+	+	+	+	+	
4	Біофізичний стан людини	Несприятливість до ЕМП	+	+	+	+	+	+	
5	Інтелектуальна діяльність	Незалежність від наявності ЕМП	+	+	+	+	+	+	
6	Оцінювання ситуації й прийняття рішень	Мінімізація кількості помилок					+	+	
7	Об'єкт керування	Відповідальність тактико-технічним вимогам	+	+	+	+	+	+	
8	Генеральна система	Засіб досягнення мети							+

Кожна клітина таблиці з концептуальними питаннями розгортається в реєстр відносно вузьких задач, які вимагають дослідження і технічної реалізації. Глибина їх пророби визначає ступінь достатності і завершеності дослідження в конкретному напрямку.

На основі запропонованої концепції можна розробляти обґрунтовані стратегії розв'язання проблеми БіоЕМС. Серед них – заходи по зниженню залежності фактора надійності P_A систем надзвичайної відповідальності від ергатичних

показників, які визначаються станом людини-оператора при зміні характеристик ЕМО на робочому місці.

2.3. Надійність ергатичних систем

Однією з умов для підвищення якості та ефективності виробництва є забезпечення високої надійності функціонування всієї ергатичної системи.

Надійність функціонування ергатичних системи-властивість системи зберегти стійкість процесу функціонування, полягає у відсутності вимушених припинень процесу (зривів функціонування) і неправильних дій (помилки). Надійність і якість функціонування ергатичних системи-це процесуальні властивості, а ефективність це результуюче властивість. Групи критеріїв надійності: критерій безвідмовності; - критерій відновлюваності; критерію готовності; критерію своєчасності.

Основні показники надійності:

- ймовірність безвідмовної роботи;
- середній час безпомилкової роботи;
- частота відмов;
- середній час відновлення;
- коефіцієнт готовності;
- можливість своєчасного виконання завдання.

Будь-які порушення в роботі системи, викликають часткову або повну втрату її працездатності, визначаються як відмова. Відмова-стан, при якому людина не може виконувати покладені на нього функції внаслідок втоми, тимчасової втрати працездатності та інші.

Відмова може бути:

тимчасова нестійка-

-помилки; -тимчасові стійкі, для усунення яких вимагається надання спеціального часу або умов;

-остаточна – і та що не прибирається;

Оперативна -

-мета НЕ досягнута через дефіцит часу.

Результатом самоконтролю людиною своїх дій і виправлення допущених ним помилок служать показники не відновлюваності. Показники своєчасності дій використовують тому, що правильні, але несвоєчасні дії не призводять до досягнення мети, тобто дають той самий результат, що і помилка.

Дослідження помилок і відмов людини одна з актуальних напрямків сучасних наукових досліджень. Під помилкою розуміють елемент, що порушує цілеспрямоване протікання діяльності і призводить до небажаного результату. Всі помилки, яких припускаються людиною, умовно ділять на групи: за часом виконання дій, самим діям і грубі. Грубі помилки характеризуються заміщенням одних дій другими. Частіше вони обумовлені втомою оператора, розладом його здоров'я, детренованостю.

Помилки людини можна класифікувати як закономірні і випадкові. До закономірних відносять помилки, які можуть бути у країні при створенні оптимальних умов для діяльності, до випадкових - помилки, викликані імовірнісним характером поведінки людини. За характером прояву помилки бувають систематичними, зумовленими неврахованими факторами, особистісними причинами, а також випадковими, зумовленими нестабільністю умов праці або дій людини, відмінністю індивідуальних якостей людей. помилки оператора можна розділити на три великі групи: -мета операції не може бути досягнута через помилкових дій оператора;-оператор прагне до досягнення помилковою мети (або будь-яка особа); - оператор діє в той момент, коли його участь необхідно. помилки і відмови використовують в розрахунках показників надійності людини і системи в цілому. Основний показник безпомилковості - ймовірність безпомилкового виконання роботи

$$P_{б\setminus o} = \frac{m}{N}$$

Де m - число правильно вирішених завдань (дій);

N -загальна кількість вирішуваних завдань (дій).

Для типових, часто повторюваних дій показником безпомилковості служить показник інтенсивність помилок

$$\lambda_{б\backslash o} = \frac{(N - m)}{N * T}$$

де T середнє час виконання даної дії.

Ця формула справедлива лише для часу стійкої працездатності оператора.

Основний показник відновлюваності - ймовірність виправлення помилки.

$$P_{\text{вип}} = P_{\text{к}} * P_{\text{онов}} * P_u(t)$$

де $P_{\text{к}}$ - ймовірність видачі контрольного сигналу системою;

$P_{\text{онов}}$ - ймовірність виявлення оператором цього сигналу;

$P_u(t)$ - ймовірність виправлення помилки при повторному виконанні завдання протягом часу t. Показник готовності оператора коефіцієнт готовності, тобто ймовірність включення людини в роботу в будь-який момент часу (застосовують для періоду стійкої працездатності оператора):

$$K_{\text{оп}} = 1 - \frac{T_o}{T}$$

де T_o - час, протягом якого оператор не може приймати інформацію, що надходить до нього інформацію (перевантажений, зайнятий і ін.);

T - загальне час роботи. В діяльності людини можна виділити ряд функцій, які він виконує з неоднаковою надійністю:

- прийом інформації (збою уваги: неухважності, неправильного його розподілу, відволікання);

- прийняття рішення;

- формування результату;

- реалізація рішення.

Одна з основних причин помилок людини - високий динамізм умов його діяльності. Це найбільш характерно для роботи залізничних диспетчерів, і тих, хто керує рухом поїздів на ділянках. Важлива особливість функціонування ергатичних систем - залежність її надійності від часу, необхідного на реалізацію людиною

алгоритму. Незважаючи на працездатний стан технічних засобів і людини, можуть з'явитися відмови внаслідок нестачі часу на виконання ряду операцій всередині алгоритма.

При розрахунках надійності ергатичних систем необхідно враховувати і якісні характеристики надійності, які обумовлені: -ергономічною відповідністю техніки і характеру вирішуваних завдань можливостям і потребам людини;

-Навчанням людини, відповідністю його професійного рівня складності і вимогам виконуваної роботи; -індивідуальним особливостями людини (здоров'я, стан нервової системи і ін.) і їх узгодженістю з вимогами професії. Недостатня надійність існуючих технічних засобів і недостатнє їх число компенсуються тільки зростаючим використанням можливостей людини . Незадовільна організація і проектування СЧМ маскує збільшення завантаження і, отже, виснаження людини.

2.4. Основи розрахунку надійності

Розрахунки надійності, призначені для визначення кількісних показників надійності. Вони проводяться на різних етапах розробки, створення і експлуатації об'єктів. На етапі проектування розрахунок надійності проводиться з метою прогнозування (передбачення) очікуваної надійності проекрованої системи.

Таке прогнозування необхідно для обґрунтування передбачуваного проекту, а також для вирішення організаційно-технічних питань:

- Вибір оптимального варіанту структури;
- способи резервування;
- Глибинний і методів контролю;
- кількості запасних елементів;
- періодичність профілактики.

На етапі випробувань і експлуатації розрахунки надійності проводяться для оцінки кількісних показників надійності. Такі розрахунки носять, як правило, характер констатації. Результати розрахунків в цьому випадку показують, який

надійністю володіли об'єкти, що пройшли випробування або використовуються в деяких умовах експлуатації.

На підставі цих розрахунків розробляються заходи по підвищенню надійності, визначаються слабкі місця об'єкта, даються оцінки його надійності і впливу на неї окремих факторів. Багаточисленні методи розрахунків призвели до великої їх різноманітності.

На рисунку 2.4.1. зображені основні види розрахунків.

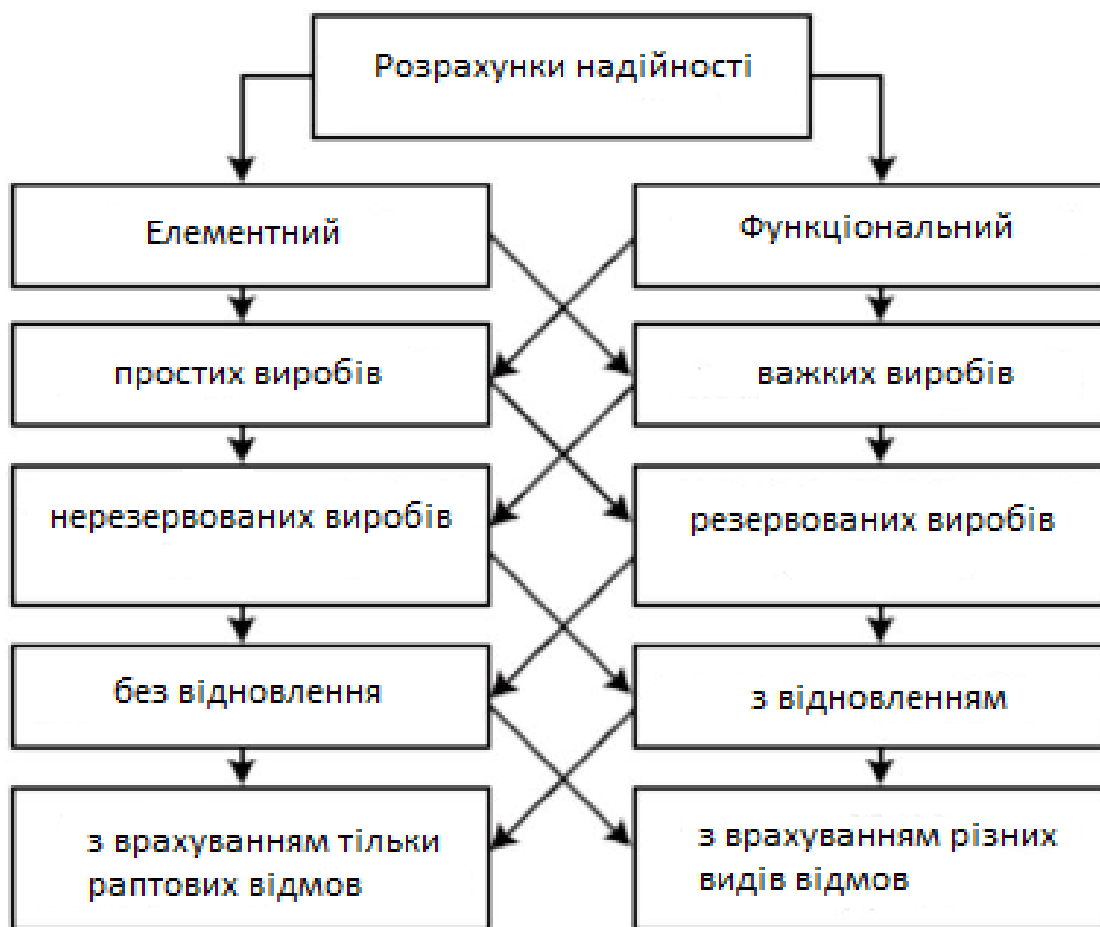


Рис. 2.4.1. Класифікація розрахунків надійності.

Елементний розрахунок-визначення показників надійності об'єкта, зумовлених надійністю його комплектуючих частин (елементів). В результаті такого

розрахунку оцінюється технічний стан об'єкта (ймовірність того, що об'єкт буде знаходитися в працездатному стані, середнє напрацювання на відмову і т. П.).

Розрахунок функціональної надійності-визначення показників надійності виконання заданих функцій (наприклад, ймовірність того, що система очищення газу буде працювати заданий час, в заданих режимах експлуатації, зі збереженням всіх необхідних параметрів за показниками очищення). Оскільки такі показники залежать від ряду діючих факторів, то, як правило, розрахунок функціональної надійності складніший, ніж елементний розрахунок.

Вибираючи на рисунку 2.4.1. варіанти переміщень по шляху, вказаному стрілками, кожен раз отримуємо новий вид (випадок) розрахунку. Самий простий розрахунок - розрахунок, характеристики якого представлені на рисунку 24..1. зліва: елементний розрахунок апаратурною надійності простих виробів, нерезервованих, без урахування відновлень робото здатності за умови, що час роботи до відмови підпорядковане експоненціальним розподіленням.

Самий складний розрахунок -Розрахунок, характеристики якого представлені на рисунку 2.4.1. справа: функціональної надійності складних резервованих систем з урахуванням відновлення їх працездатності і різних законів розподілу часу роботи і часу відновлення. Вибір того чи іншого виду розрахунку надійності визначається завданням на розрахунок надійності. На підставі завдання і наступного вивчення роботи пристрою (за його технічним описом) складається алгоритм розрахунку надійності.

Послідовність розрахунку системи представлена на рисунку 2.4.2. розглянемо основні її етапи. Перш за все слід чітко сформулювати завдання на розрахунок надійності. У ньому повинні бути вказані:

- 1) призначення системи її склад та основні відомості про функціонування;
- 2) показники надійності і ознаки відмов, цільове призначення розрахунків;
- 3) умови, в яких працює (або буде працювати) система;

4) вимоги до точності і достовірності розрахунків, до повноти обліку діючих факторів. На підставі вивчення завдання робиться висновок про характер майбутніх розрахунків.

У разі розрахунку функціональної надійності здійснюється перехід до етапів 4-5-7, в разі розрахунку елементів (апаратною надійності) - до етапів 3-6-7.

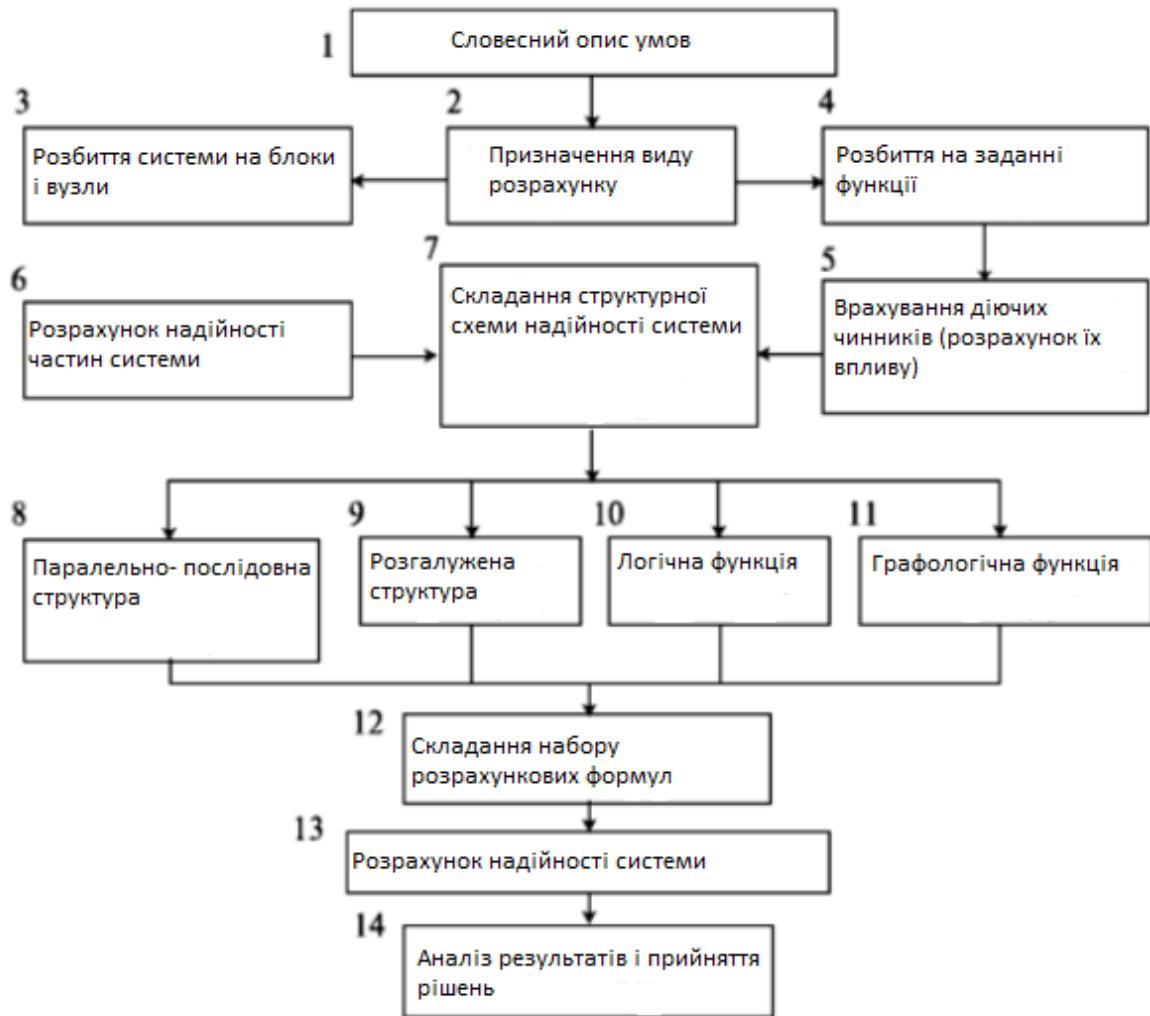


Рис. 2.4.2. Алгоритм розрахунку надійності

Підструктурні схемою надійності розуміється наочне уявлення (графічне або у вигляді логічних виразів) умов, при яких працює або не працює досліджуваний об'єкт (система, пристрій, технічний комплекс і т. Д.)

Висновки

1. Повна надійність техніки не може бути втілена.

2. Зараз успішно вирішуються лише початкові етапи допомоги оператору: машинний збір, уявлення і документування інформації. Однак вони не знижують щільності потоку повідомлень, а тільки перетворюють його. Як наслідок, єдиний вихід -розвиток технічних пристроїв управління, передача їм все більшої частини обсягу обробки інформації, подання комплексної інформації в стислій формі. Завдяки підвищенню ролі систем управління і комплексної автоматизації технологічних процесів вдалося скоротити число операторів, поліпшити (але не спростити) умови їх роботи.

І все ж людина залишиться єдиним (а іноді одноосібною) ланкою, від якого залежать надійність і ефективність людино-машинної системи в цілому. Вимоги до таких його особистим якостям, як продуктивність, точність, надійність і ефективність будуть рости і постійно підвищуватися

РОЗДІЛ 3. ДИСТАНЦІЙНО ПІЛТОВАНА АВІАЦІЙНА СИСТЕМА

3.1. Ознайомлення з ДПАС

Безпілотний літальний апарат (БЛА) – літальний апарат, який літає та сідає без фізичної присутності пілота на його борту.



Рис.3.1.1. український безпілотний авіаційний комплекс PD-1.

За сучасним визначенням, «безпілотником» є тільки той апарат, який знаходиться під постійним дистанційним контролем пілота або пілотів і призначений для повернення на аеродром і для подальшого повторного використання.

Раніше радіокеровані та повністю автоматизовані апарати об'єднували поняттям безпілотна авіація – літаки, керування (пілотування) якими здійснюється без пілота, за допомогою приладів різних систем, що засобами радіо (радіолокації, телебачення) подають команди на автопілот. Елементи системи керування містяться поза літаком і можуть бути на землі, на воді і в повітрі, на місці старту, на маршруті польоту і в районі цілі.

Залежно від принципів керування є наступні різновиди безпілотних літальних систем:

- безпілотні некеровані;
- безпілотні автоматичні;
- безпілотні дистанційно-пілотовані літальні апарати (ДПЛА).

У авіації після 2000 року йде стрімке розширення саме останнього типу апаратів, і про них йдеться, коли вживають термін «безпілотник», «дрон» (англ. drone), або абревіатуру UAV. Тобто, під терміном «безпілотник», «БПЛА», «UAV» мається на увазі саме повітряне судно, яким через канали зв'язку керує один або декілька пілотів.

Спочатку БЛА розроблялись для військових і оборонних цілей, але сьогодні вони все частіше використовуються для різних цивільних цілей, в тому числі фотографій, рятувальних операцій, моніторингу інфраструктури, сільського господарства і авіа зйомки.

Безпілотні літальні апарати повинні дотримуватися правил безпеки польотів. Міжнародні цивільні авіаційні правила, прийняті після 1944 року на рівні Організації Об'єднаних Націй, забороняють БЛА літати над територією іншої держави без її дозволу. Сьогодні в ЄС існує система регулювання польотів БЛА на основі фрагментарних правил держав-учасниць.

Окремого правового регулювання потребує використання БЛА масою до 150 кг, тоді як літальні апарати масою понад 150 кг залишаються під юрисдикцією Європейського агентства з авіаційної безпеки (EASA).

Проте національні норми використання безпілотних апаратів в різних країнах-учасницях відрізняються масштабами, змістом та рівнем деталізації, що не дозволяє створити умови для взаємного визнання та відкриття повітряного простору. Тому сьогодні ведеться робота з розробки гармонізованих норм та правил використання БЛА в повітряному просторі ЄС.

Передумови розробки норм використання безпілотних літальних апаратів До 2050 року безпілотна промисловість може створити близько 150 000 робочих місць в ЄС, які були б розосереджені по різних країнах та займалися такими високотехнологічними виробництвами, як розробка систем контролю польоту, датчиків енергії тощо.

Як і будь-які інші новітні технології, розвиток безпіотної промисловості передбачає певні ризики:

- безпекові – наприклад, при безконтрольному приземленні в громадських місцях, атомних об'єктах, посольствах, туристичних та пам'ятних місцях, що може спричинити пошкодження майна або поранення людей;

- порушення конфіденційності і таємниці особистого життя, адже безпілотники зазвичай містять відеокамери, мікрофони, різноманітні датчики в т.ч. GPS та системи реєстрації місце розташування осіб. Вони можуть здійснювати польоти над закритими садами, стежити за людьми на вулицях, підраховувати кількість людей, що заходять і виходять з будівель. Це може зробити безпілотники нав'язливими та викликати незадоволення суспільства.

Оскільки безпілотними відносяться до авіації, вони повинні дотримуватися міжнародних правил безпеки польотів.

Для нормативного регулювання використання безпілотних апаратів визначаються наступні категорії :

1. Дистанційно пілотовані авіаційні системи (ДПАС / RPAS) – системи, що містять: літальний апарат, який управляється пілотом з віддаленої пілотної станції (наприклад на землі або в будівлі); одну або кілька пов'язаних з ними віддалених станцій контролю, командування і управління зв'язку та інші компоненти, необхідні для роботи (наприклад злітний трамплін).

2. Безпілотні автономні системи (БАС / UAS) – безпілотні авіаційні системи, які функціонують автономно і керуються за допомогою комп'ютера без втручання пілота після зльоту.

БАС виключені з поля правового регулювання, оскільки на даний час вони заборонені для використання, а державні органи, у т. ч. в ЄС, не намагаються регулювати їхнє використання на даному етапі.

Отже, в подальшому будемо розглядати правове використання дистанційно пілотованих авіаційних систем (ДПАС / RPAS).

Технічні характеристики безпілотних літальних апаратів:

БЛА розрізняються за розміром, продуктивністю і типом. Вони можуть бути майже непомітними, як комахи, або великі, схожі на пілотовані літаки. Вони можуть зависати у повітрі або розвивати швидкість до 1000 км/год. Управління безпілотниками може здійснюватись за допомогою смартфона, планшета або програмного забезпечення супутникового зв'язку. Вони можуть бути запуснені за допомогою ракет, катапульти або вручну і переносити різні види матеріалів, наприклад відеокамери або добрива. Сучасні технології дозволяють літати БЛА на значні відстані протягом тривалого часу, однак переважна більшість не піднімається більш ніж на 150 м над землею. Повітряний простір на цій висоті використовується здебільшого для польотів планерів та легкомоторної авіації.

В таблиці 1 наведені типи безпілотних літальних апаратів за вагою.

Таблиця 1. – Типізація безпілотних літальних апаратів за масовим показником.

Тип ДПАС	Поточний та потенційний вид використання	Поточне регулювання використання
Маленькі, масою до 25 кг; Ціна – від 140 до 28 000 євро	Поточне використання: дозвілля та комерційне використання (наприклад спостереження, контроль, фотографія)	Регулюється окремими правилами в країні учасниці ЄС

Легкі, масою від 25 до 150 кг; ціна – від 55 000 до 420 000 євро	Поточне використання: геопросторова зйомка із широкою зоною спостереження. Потенційне використання: огляд трубопроводів, силових кабелів, обприскування зернових культур, пошуково-рятувальні роботи, контроль кордонів, моніторинг лісових пожеж	Регулюється окремими правилами в країні учасниці ЄС
Великі, масою понад 150 кг; Ціна – від 670 000 євро	Поточне використання – у військовій та оборонній сфері. Потенційне використання – для перевезення вантажів і пасажирів	Підпадають під Положення 216/2008 / ЕС і EASA, не можуть управлятися на державному рівні

3.2. Особливості експлуатація ДПАС

Зовнішній пілот повинен вивчити всю наявну інформацію про потенційно потужні електромагнітні перешкодах (ЕМ) і їх вплив на ДПАС і виконання польоту. Додатково слід врахувати ймовірність навмисних або ненавмисних електронних перешкод.

Слід уникати виробництва польотів в районах з високим рівнем передач / перешкод на радіочастотах (наприклад, радіолокаційні позиції, високовольтні лінії електропередачі), якщо результати технічної перевірки не підтверджують той факт, що виконуються в цих районах операції не чинитимуть впливу на безпечну експлуатацію ДПАС.

Конвенція про міжнародну цивільну авіацію (Чиказька Конвенція), підписана у 1944 році, встановлює деякі правила використання БЛА. Згідно зі ст. 8 забороняється польоти будь-яких безпілотних апаратів над територією іншої держави без її дозволу. Також вимагається використання БЛА в повітряних

коридорах цивільних авіаційних судів таким чином, щоб забезпечити безпеку цивільних авіаційних перевезень. Додатки до Конвенції містять стандарти та правила для ліцензування пілотів, операцій та льотної придатності повітряних суден.

У 2007 році Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО) створила дослідницьку групу з розробки стандартів щодо використання дистанційно пілотованих авіаційних систем (ДПАС / RPAS). У 2011 році були роз'яснені загальні принципи операційного використання БЛА. Зазначено, що БЛА є авіаційними суднами, тому основні норми та правила цивільної авіації поширюються і на них. Також були розроблені деякі зміни до додатків Чиказької Конвенції, зокрема щодо обов'язкової сертифікації БЛА за вимогами безпеки та керування ліцензованим пілотом і перебування під контролем сертифікованого оператора.

Сьогодні ІКАО співпрацює з кількома державами-учасницями для розробки нормативних вимог щодо використання БЛА. При цьому норма творчість курується ЕАСА, для створення рекомендації щодо єдиного набору технічних, експлуатаційних та безпекових вимог до БЛА (див. додаток 1).

Правове регулювання використання безпілотних літальних апаратів в країнах Євросоюзу.

Багато країн (наприклад Франція, Німеччина, Італія, Великобританія, Австрія та Данія) прийняли або збираються прийняти (наприклад Бельгія), 7 правил щодо деяких аспектів використання цивільних дистанційно пілотованих авіаційних систем (ДПАС / RPAS) з робочою масою до 150 кг. Проте ці правила різняться масштабами, рівнем деталізації та змістом. При цьому країни-учасниці не досягли згоди щодо визнання правил одна одною. Це призводить до необхідності отримання окремого дозволу на польоти ДПАС в кожній країні.

Проте деякі загальні принципи щодо регулювання використання БЛА країни-учасниці визнають. До них відносяться: типізація за масою та висотою польотів, однак конкретні правила відрізняються.

Наприклад, більшість країн дозволяє безпілотникам масою до 150 кг літати лише в зоні прямої видимості, а в Іспанії можливий вихід з цієї зони при отриманні спеціального дозволу.

Майже всі країни вимагають, щоб ДПАС експлуатувалися на безпечній відстані від транспортних засобів, будівель або окремих осіб.

У більшості країн необхідним є страхування від нещасних випадків. Для ДПАС масою понад 25 кг більшість держав-членів вимагають сертифікації оператора компетентним національним органом, ліцензування пілота та технічної оцінки ДПАС.

Розробка пропозицій щодо правового регулювання використання безпілотних літальних апаратів в Європейському Союзі.

В 2014 році Єврокомісія розробила стратегію відкриття авіаційного ринку для цивільного використання ДПАС в безпечний та стійкий спосіб. Стратегія фокусується на тому, щоб сприяти розвитку ДПАС з одночасним вирішенням соціальних наслідків їх використання. Комісія відзначила свій намір реалізовувати покроковий підхід. По-перше, буде відбуватися регулювання операцій із БЛА, що створені за довершеними та випробуваними технологіями. Більш складні операції будуть дозволені в подальшому.

У довгостроковій перспективі мета полягає в тому, щоб інтегрувати ДПАС в повітряний простір та забезпечити вільний доступ для всіх цивільних повітряних судів.

Стратегія підкреслює, що правила повинні гарантувати безпеку і надійність використання ДПАС.

Правила повинні бути міжнародними, наскільки це можливо, і пропорційними до ризику, пов'язаному з роботою кожного виду ДПАС.

Правила повинні забезпечувати дотримання основних прав, таких як право на приватне і сімейне життя та захист персональних даних. Також повинне бути забезпечене виявлення ДПАС, що спричинив нещасний випадок, та відшкодування збитків відповідальними особами відповідно до їхніх фінансових зобов'язань.

Ризька декларація

Європейська авіаційне співтовариство домовилися на конференції в Ризі 5 – 6 березня 2015 р про такі основні принципи нормативно-правої бази використання БЛА в Європі: 1. БЛА повинні розглядатися в якості нових типів повітряних суден, а їх використання регулюватися пропорційно ризику кожної операції. 2. Правила безпеки для безпілотних літальних апаратів повинні бути розроблені в терміновому порядку на рівні ЄС. 3. Державні органи та промисловість повинні вкладати кошти в технології та стандарти, які необхідні для інтеграції безпілотних літальних апаратів в авіаційній системі ЄС. 4. Суспільне визнання безпілотних послуг має ключове значення. Конфіденційність і захист персональних даних повинні бути гарантовані. 5. Оператор БЛА несе відповідальність за його використання. Повинна бути передбачена можливість ідентифікувати його або її (наприклад за допомогою ID-чіпу).

У жовтні 2014 року Рада транспорту, телекомунікацій та енергетики провела дискусії з питань політики використання ДПАС на європейському авіаційному ринку.

Більшість думок схилилась на користь створення гармонізованого європейського підходу з урахуванням національного досвіду. Була висловлена думка, що сучасні правила захисту даних достатні для захисту недоторканності приватного життя.

Було наголошено на необхідності усунення можливих перешкод в радіо просторі в результаті широкого використання ДПАС.

15 вересня 2015 року Комітет з транспорту і туризму Європарламенту прийняв Звіт, підготовлений з власної ініціативи щодо безпечного використання ДПАС (доповідач: Жаклін Фостер, Великобританія). В доповіді висвітлюються основні питання законодавства про використання ДПАС. Передбачена відмінність між правилами комерційного і розважального використання ДПАС. Особлива увага приділяється безпеці, недоторканності приватного життя і захисту даних.

Звіт передбачає, що ДПАС має бути заборонено літати в деяких місцях, таких як аеропорти, енергетичні об'єкти, ядерні і хімічні заводи.

Короткий огляд досвіду регулювання використання безпілотних літальних апаратів в різних країнах світу.

Швидкий розвиток безпіотної промисловості зумовлює відставання створення нормативно-правової бази регулювання їх використання від реальних потреб. Це спричиняє виникнення умов некерованості використання безпілотників у багатьох місцях Світу. Однак важливо створювати правила «найкращої практики», яка може лягти в основу нормативно-правової бази використання безпілотників, що сприятиме безпеці та раціональному використанню безпілотних літальних апаратів.

У деяких країнах вже існує значна кількість нормативних актів. У більшості країн найбільші обмеження припадають на комерційне використання БЛА.

У деяких місцях це означає, що комерційне використання повністю заборонено. Проте, в більшості країн, це просто означає, що комерційне використання БЛА вимагає дозволу на законних підставах. Через стрімкий розвиток безпіотної промисловості правила використання безпілотників можуть змінюватися від місяця до місяця і є дуже нестійкими.

Сполучені Штати Америки

В місцях відпочинку використання безпілотника допускається з обмеженнями. Сертифікат авторизації або дозвіл від Федеральної авіаційної адміністрації необхідний для комерційного використання безпілотних літальних апаратів. Нині 28 штатів обговорюють використання безпілотних літальних апаратів та правила їх роботи на державних територіях. Для комерційних інтересів це, по суті, означає, що правила будуть продовжувати адаптуватися і змінюватися в найближчі роки. Існують значні відмінності між використанням в цілях журналістики, гірничої справи, геодезії і рекреаційного застосування.

Канада

БЛА для комерційного використання підпадають під канадські правила використання повітряного простору. Якщо БЛА масою більше 35 кг

використовується для отримання прибутку, то необхідна спеціальна сертифікація льотної експлуатації. Процедура містить подачу заявок, ліцензії, угоди про використання та моніторингу. Очевидно, що ті, хто зловживає отриманими правами, може втратити сертифікат на підставі скарг до компетентних органів. БЛА від 2,1 кг до 25 кг повинні надати Міністерству транспорту Канади наступну інформацію: контактні дані, модель БЛА, опис роботи і геокордонів експлуатації. Якщо БЛА не використовується для роботи або досліджень і 11 важить до 25 кг, дозвіл не потрібен, але літати необхідно безпечно. Не можна літати в межах 9 км від будь-якого аеропорту або вище 90 метрів над землею, у густонаселених районах. Якщо БЛА має масу понад 25 кг, то необхідно подати заяву на отримання спеціального сертифікату польотів.

Австралія

Використання БЛА в комерційних цілях можливе, якщо є сертифікат безпілотного оператора, що охоплює цей тип операції, виданий органом безпеки польотів цивільної авіації. Не можна літати вище 400 футів над землею, щоб постійно перебувати у прямій видимості. Не можна використовувати БЛА в нічний час над густонаселеними районами. Не можна літати ближче ніж 5,5 км від аеропорту та 30 м від автомобілів, човнів, будинків або людей. Нині використання БЛА навіть в комерційних цілях в Австралії досить помірно зарегульоване. Австралія стала першою країною в світі, що регулювала використання дистанційно пілотованих літальних апаратів у 2002 році.

Об'єднане Королівство

Об'єднане Королівство Великої Британії та Північної Ірландії з нормативної точки зору може бути порівняне з США, за винятком того, що американська версія все ще перебуває в постійній зміні. Правила використання БЛА Сполученого Королівства розглядаються в якості керівництва з використання безпілотних

літальних апаратів і розділені за розміром і призначенням. Для БЛА масою менш ніж за 20 кг потрібен тільки базовий дозвіл користувача польоту. Цей дозвіл обмежує діяльність на певних висотах і місцях. Очевидно, що сільські райони мають більшу гнучкість до використання БЛА, ніж міські. БЛА масою понад 20 кг потребують дозволу для проведення висотних робіт. Цей дозвіл має ряд передумов, від навчання та сертифікації оператора до розробки самого пристрою. Процес затвердження має набагато більш обмежувальний характер, і тільки 130 компаній мають дозвіл на роботу в даний час.

Франція

Французький уряд визначив сім категорій застосування цивільних БЛА. Вони диференційовані за масою транспортного засобу. Крім того, в рамках кожної групи французькі правила вимагають виконання конкретних норм безпеки. Як правило, апарат також повинен завжди перебувати в фізичному полі зору пілота на землі і не може перевищувати певних висот – 150 метрів є найвищим допустимим рівнем цивільної експлуатації.

Південна Америка

Південна Америка є природним майданчик для використання БЛА через значні території, слаборозвинену інфраструктуру та значні площі джунглів. В результаті це створює значні труднощі для картування, геодезії, моніторингу та багато іншого. Використання БЛА пропонує підприємствам і організаціям простий, дешевий спосіб для досягнення своїх візуальних цілей щодо повітря. Цікаво, що Бразилія є єдиною країною в Південній Америці, яка створила правила використання БЛА, але вони не обмежують цивільної діяльності взагалі. Колумбія, Чилі, Еквадор і Перу використовують БЛА, в основному, у військових цілях.

3.3. Виявлення чинників небезпеки і запобігання

Термін "виявлення і запобігання (DAA)" визначається як "здатність

бачити, сприймати або виявляти знаходяться поблизу повітряні судна та інші небезпеки і вживати належних дії ". Ця здатність покликана забезпечити безпечне виконання польоту ДПАС і повномасштабну інтеграцію в усі класи повітряного простору з усіма користувачами повітряного простору.

Для забезпечення можливостей, аналогічних тим, які мають що знаходяться на борту повітряного судна пілоти, які використовують для цього одне або кілька почуттів (наприклад, зір, слух, дотик) і відповідні когнітивні процедури, для ДПАС можуть знадобитися відповідні технології та / або процедури. Належні дії спрямовані на попередження небезпечних ситуацій (наприклад, обумовлених знаходяться поблизу повітряними судами) і досягнення цілей в сфері забезпечення безпеки польотів в конкретному повітряному просторі конкретного класу або при виконанні польотів конкретного типу.

ДПАС можуть бути оснащені різноманітними системами і датчиками для виявлення і запобігання різних видів небезпеки. У деяких з цих систем можуть використовуватися кілька датчиків, що забезпечують можливість надійного виявлення небезпеки в різних експлуатаційних умовах. У тих випадках, коли ДПАС обладнано декількома системами ДАА (для виявлення різних видів небезпеки), вони повинні бути, як правило, функціонально сумісними, що забезпечує можливість прийняття відповідних скоординованих (при необхідності) запобіжних заходів в тих випадках, коли різні види небезпеки (наприклад, повітряні судна, що створюють конфліктні ситуації, складний рельєф місцевості або перешкоди) присутні одночасно.

В повітряному просторі, де ешелонування між повітряними суднами забезпечується органом УВС, для витримування безпечних інтервалів вже є процедури УВС, визначені порядок дій льотного екіпажу і вимоги до обладнання повітряних суден.

Однак для інших класів повітряного простору та видів небезпеки, крім МАС, можуть також знадобитися обладнання для ДАА і відповідні процедури.

Рівень безпеки польотів ДПАС повинен бути аналогічним або більш високим, ніж рівень безпеки польотів повітряних суден з пілотами на борту.

3.3.1. Ідентифікація ризику

ДПАС можуть стикатися з різними видами небезпеки. У документі "Глобальна експлуатаційна концепція організації повітряного руху" відзначаються необхідність обмеження до прийняттого рівня ризику зіткнень між повітряними судами і вплив таких чинників небезпеки, як "... інші повітряні судна, поверхня землі, метеорологічні явища, турбулентність в сліді, несумісна діяльність в повітряному просторі, а при знаходженні повітряного судна на землі – наземні транспортні засоби та інші перешкоди на пероні і площі маневрування".

Для повномасштабної інтеграції ДПАС в не інтегрований повітряний простір і аеродроми потрібно вжити заходів щодо зниження ступеня небезпеки. Зменшити для ДПАС та інших повітряних суден ступінь ризику, створюваного цими джерелами небезпеки (наприклад, несумісна діяльність в повітряному просторі), допоможе організації повітряного руху. Однак для ДПАС можуть знадобитися можливості системи DAA або інші засоби мінімізації наслідків (наприклад, експлуатаційні процедури), що дозволяють обмежити ступінь ризику, обумовленого такими джерелами небезпеки, як:

- а) повітряні судна, що створюють конфліктні ситуації;
- б) рельєф місцевості і перешкоди;
- в) небезпечні метеорологічні умови (т. е. грози, обмерзання, турбулентність);
- г) наземні операції (літальні апарати, транспортні засоби, конструкції і люди на землі);
- д) інші види небезпеки в повітрі, включаючи турбулентність в сліді, зрушення вітру, птахів або вулканічний попіл.

ДПАС повинні дотримуватися правила і процедури, які застосовуються в повітряному просторі, і відповідні вимоги до забезпечення безпеки польотів, введені державою та / або ПАНУ. Якщо ступінь впливу перерахованих вище факторів

небезпеки на ДПАС або ризику для людей, майна або інших повітряних суден не можна зменшити до прийняттого рівня шляхом введення обмежень щодо умов експлуатації ДПАС, часу виконання польотів і профілю польоту, для виконання вимог, обумовлених цими факторами небезпеки, може виникнути необхідність в забезпеченні однієї або декількох функціональних можливостей системи ДАА.

3.3.2 Виявлення і помітність

Обидва терміни "виявленню" і "помітність" характеризують здатність ДПАС піддаватися виявленню пілотами, які перебувають на борту, іншими зовнішніми пілотами, диспетчерами управління повітряним рухом (АТСО) і іншими фахівцями. Цього можна досягти шляхом установки на ДПАС приймачів-відповідальників або пробліскових вогнів або за рахунок інших різних засобів, затверджених відповідним повноважним органом держави.

Ступінь виявленню і помітності ДПАС повинна бути достатньою для забезпечення їх своєчасної ідентифікації іншими користувачами повітряного простору та органами УВС на всіх етапах польоту (включаючи наземні операції). Своєчасне виявлення (за допомогою візуальних або електронних засобів) забезпечить можливість безпечного застосування всіх правил польотів.

Якщо дуже невелике ДПАС передбачається інтегрувати в не інтегрований повітряний простір, можливість його візуального виявлення повітряними судами з пілотом на борту викликає сумнів. Навіть в тому випадку, коли на ДПАС встановлений приймач-відповідальник або обладнання ADS-B, не всі повітряні судна з пілотом на борту зможуть виявити його. У зв'язку з цим можуть виникнути труднощі з інтеграцією таких непомітних ДПАС в не інтегрований повітряний простір, якщо при цьому не буде забезпечена можливість їх візуального виявлення пілотами, які перебувають на борту повітряних суден.

3.3.3. Виявлення джерел небезпеки (ДПАС)

ДПАС можуть виявляти джерела небезпеки, включаючи повітряні судна, що створюють конфліктні ситуації, використовуючи для цього оптичні і неоптичні

засоби. Виявлення може сприяти використанню бази даних (наприклад, про рельєф місцевості і перешкоди).

Оптичні засоби.

Оптичні засоби засновані на використанні відомого або майже видимого електромагнітного випромінювання (ультрафіолетового або інфрачервоного). Як приклади можна привести відеоапаратуру, лазерні далекоміри оптичного діапазону (LIDAR) і системи формування теплових зображень. У приладових метеорологічних умовах (ПМУ) оптичні засоби, як правило, неефективні.

Неоптичні засоби.

В основному неоптичні засоби засновані на використанні електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону (включаючи мікрохвильове випромінювання). В якості прикладів можна привести первинний радіолокатор, ВОРЛ, ADS-B і системи мультилатерації. Як правило, неоптичні засоби не залежать від метеорологічних умов.

3.4. Пункт дистанційного керування

Згідно з визначенням, ПДП є "... елементом дистанційно пілотованої авіаційної системи, що включає обладнання, яке використовується для пілотування дистанційно пілотованого повітряного судна ".



Рис. 3.4.1. Наземний пункт керування дистанційно пілотованою авіаційною системою. Екіпаж виконує бойовий (спостережний) політ над територією. Ліворуч — пілот, праворуч — оператор сенсорів.

В цілому функції ПДП аналогічні функціям кабіни повітряного судна з пілотом на борту, тому зовнішньому пілотові повинні бути надані еквівалентні можливості для управління польотом і його організації.

Не дивлячись на те що основні функції аналогічні функціям кабіни повітряного судна з пілотом на борту, специфічна форма, розмір, склад обладнання і компонування будь-якого ПДП будуть відрізнятися, що обумовлено такими аспектами, як:

- а) вид виконуваних польотів (VLOS або BVLOS);
- б) складність ДПАС;
- в) тип використовуваного керуючого інтерфейсу;
- г) кількість зовнішніх пілотів, необхідне для управління ДПВС;
- д) місце розташування ПДП (стаціонарне положення на землі або на іншому транспортному засобі / платформі (наприклад, на морському судні або повітряному судні)).

3.4.1. Функціональний опис

ПДП забезпечує можливість здійснення зовнішнім пілотом ДПАС моніторингу та управління ДПАС на землі і в повітрі. Однак інтерфейс між зовнішнім пілотом / ПДП і ДПАС забезпечується через лінію С2. Конструкція ДПАС повинна надавати зовнішньому пілотові необхідні можливості для ефективного управління польотом. У зв'язку з цим органи управління, засоби індикації та сигналізації можуть відрізнятися від тих, які використовуються на повітряних судах з пілотом на борту, що вплине на процедури, підготовку і видачу свідоцтв членам зовнішнього льотного екіпажу, а також на вимоги льотної придатності елементів системи. Керівництво по дистанційно пілотованих авіаційним системам (ДПАС).

Не дивлячись на ці потенційні відмінності, основні вимоги до забезпечення інтерфейсу між зовнішнім пілотом / ПДП як і раніше аналогічні вимогам, що пред'являються до повітряних судам з пілотом на борту, і коротко їх можна викласти наступним чином:

а) конструкція органів і систем управління повинна бути такою, щоб зводилася до мінімуму можливість заклинювання, мимовільного спрацювання і ненавмисного включення стопорних пристроїв поверхонь управління;

б) конструкція ПДП повинна бути такою, щоб зводилася до мінімуму можливість неправильного або скрутного використання зовнішніх, льотним екіпажем, органів управління внаслідок втоми, плутанини або втручання. При цьому увага повинна приділятися, як мінімум, наступного:

1) розташуванню і чіткому позначенню органів управління і приладів;

2) забезпечення швидкого виявлення аварійних ситуацій;

3) напрямку відхилення важелів управління;

4) вентиляції, опалення і рівню шуму;

5) повинні забезпечуватися засоби, які або автоматично запобігають, або дозволяють зовнішньому пілотові усувати аварійні ситуації, пов'язані з передбачуваними відмовами обладнання та систем, вихід з ладу яких буде загрожувати безпеці повітряного судна;

б) маркування та написи на приладах, обладнанні, органах управління і т. д. включають, принаймні, такі обмеження або відомості, які вимагають безпосередньої уваги зовнішнього пілота в польоті, крім того, для ПДП, що забезпечують виконання польотів BVLOS:

7) повинна надаватися адекватна інформація щодо умов, в яких виконують польоти ДПАС, що забезпечує можливість формування у зовнішнього пілота ситуаційної обізнаності, що дозволяє безпечно виконувати політ ДПАС. До складу таких пристроїв індикації повинні входити пристрої, необхідні для реалізації функцій DAA.

Пристрої управління і індикації, передбачені на ПДП, повинні відповідати відповідним принципам / вимогам, що враховує можливості людини.

Системи і пристрої індикації ПДП не обов'язково повинні відповідати встановленим державою вимогам до умов роботи в кабіні повітряного судна з екіпажем на борту; проте вони повинні будуть відповідати відповідним вимогам до надійності, цілісності і умов експлуатації.

Цілком ймовірно, характеристики лінії С2 будуть накладати певні обмеження на наявні в розпорядженні пілота органи управління і засобів а індикації. Зокрема, на ПДП можуть відсутні деякі традиційні органи управління, такі як ручка управління і важіль управління двигуном. Виробники повинні будуть продемонструвати, що наявні органи управління і засоби індикації достатні для безпечного і ефективного пілотування ДПАС в штатних умовах, а також в разі відмов систем. Конструкція і твердження автоматичних систем ДПАС, які заміщають функцію управління на ПДП, повинні враховувати той факт, що у зовнішнього пілота не завжди є можливість усунення наслідків відмов таких систем.

Зовнішній пілот повинен мати інформацію щодо якості лінії С2, особливо в тих випадках, коли якість обслуговування погіршується до такого рівня, при якому повинні вживатися коригуюча дія.

Компоненти ПДП, що піддаються впливу зовнішніх умов, такі як антени і інші щогли, повинні бути надійно закріплені, оскільки вони можуть бути пошкоджені в результаті удару блискавки або впливу сильних вітрів.

3.4.2. Індикатор повітряної обстановки

На ПДП повинна бути забезпечена можливість індикації місця розташування всіх інших повітряних суден, що знаходяться поблизу. Крім відображення інформації для попередження зовнішнього пілота про наявність великої кількості повітряних суден повинна бути передбачена візуальна сигналізація.

Для визначення оптимальних методів надання підтримки зовнішньому пілоту у виконанні вимоги про дотриманні безпечної відстані щодо інших повітряних суден

і попередження зіткнення слід враховувати аспекти, обумовлені можливостями людини. Зовнішні пілоти повинні проходити підготовку з питань інтерпретації інформації індикаторів повітряної обстановки і всіх рекомендацій і попереджувальних сигналів, необхідно для виявлення і попередження зіткнень з іншими повітряними судами.

Висновки

В цьому розділі викладена основна інформація по ДПАС, показані типи дистанційно пілотованих авіаційних систем.

Також показані особливості експлуатації(в тому числі на території інших держав).

Наведені основні чинники небезпеки.

Показана важливість у застосуванні ДПАС, коли людина-оператор не ризикуючи власним життям проводить розвідку на території противника.

РОЗДІЛ 4. ПРОЦЕДУРИ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ЗОВНІШНЬОГО ПІЛОТА ДПАС

4.1. Модель надійності людини – оператора

Основною концепцією теорії надійності є концепція відмови. Відмова технічного обладнання - це втрата його властивостей, без цих якостей обладнання не може виконувати покладені на нього завдання. Відмова оператора пов'язана з діями або бездіяльністю, які призводять до перевищення вихідних параметрів допустимого діапазону.

Якщо помилку вчасно знайти та виправити, це не призведе до помилки оператора. Відмова людини-оператора може розглядатися як найбільша помилка, що веде до припинення діяльності.

Деякі концепції теорії технічної надійності можуть бути безпосередньо перекладені на оператора. У теорії надійності враховується типова крива рівня відмов технічного обладнання залежно від часу роботи.

Важливим показником фізичного стану є працездатність, яка залежить від віку, стану здоров'я, моральної та матеріальної мотивації. Яка буде змінюватись протягом робочих днів і має три періоди (рис. 4.1)

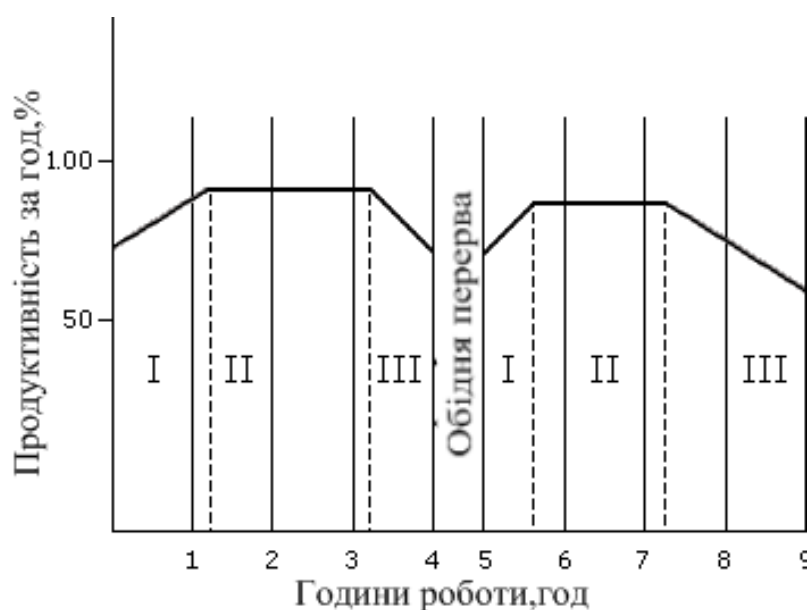


Рис 4.1. Зміна працездатності людини протягом робочого дня

1) період вироблення, або входження в роботу, (0,5 - 1,5 години), має низькі показники працездатності.

2) період стійкого збереження працездатності (2 - 2,5 години).

3) період зниження працездатності в результаті стомлення.

Як правило, надійність людини-оператора залежить від трьох основних факторів:

- завдяки інженерному та психологічному ступеню координації техніки з психофізіологічними здібностями людини-оператора вирішувати проблеми;
- Освіта та рівень підготовки оператора при виконанні цих завдань;
- Фізіологічні дані, особливо про нервову систему, стан здоров'я, пороги чутливості та психічні особливості його особистості.

При дослідженні питання надійності людини-оператора неминуче виникає питання: наскільки людина підходить, з урахуванням її психічних та фізіологічних якостей, для свого завдання діяти потенційно надійно в екстремальній ситуації?

Дослідження показують, що надійний робочий потенціал оператора визначається двома групами якостей, що відрізняються за ступенем стійкості. Перша група поєднує в собі типологічні особливості нервової системи, що характеризують хід процесів збудження та гальмування. Ці особливості включають силу (або слабкість) нервової системи, моторику (або інерцію), мінливість, що характеризує швидкість ініціювання і припинення нервових процесів, і динамічність, що характеризує швидкість і легкість адаптації нервової системи до нових умов. Характеристики нервової системи дуже консервативні, вони не піддаються великим змінам, вихованню в процесі діяльності.

Властивості нервової системи самі по собі не є ні «позитивними», ні «негативними». Наприклад, слабкість виражається, з одного боку, в низькій витривалості нервової системи, але з іншого боку, це пов'язано з підвищеною чутливістю до ефектів низької інтенсивності (для сильної нервової системи - навпаки). Зрозуміло, що прояви сили або слабкості нервової системи, залежно від

конкретної ситуації, можуть або підтримувати, або перешкоджати успішній діяльності.

Другу групу рис складають риси особистості, менш стабільні, ніж нервової системи: сумлінність, вольові якості, самоконтроль, інтерес до діяльності, здатність швидко помічати і виправляти помилки. Цей набір рис може бути сформований шляхом освіти, навчання, виховання.

Однак на практиці надійність оператора багато в чому залежить від характеру вирішеної проблеми, умов експлуатації, технічних характеристик тощо. Необхідно мати на увазі важливі компенсаторні здібності людської особистості оператора у цьому конкретному виді діяльності, що дозволяє одній кваліфікації компенсувати свої недоліки за рахунок інших. Наприклад, оператор, який відрізняється неуважністю, компенсує ці недоліки, набуваючи навичок ретельно підтримувати запам'ятовувану програму дій, не покладаючись на здатність спонтанно спостерігати.

4.2. Специфічні характеристики людини – оператора

Конкретні характеристики операторів визначаються поняттям "людський фактор", групою характеристик людини, які впливають на ефективність ергатичних систем. Через операційну систему оператор повинен реагувати на сигнали або негайно реагувати на будь-які вказівки або приймати рішення в умовах невизначеності. У цьому випадку оператор повинен зберігати інформацію протягом декількох секунд або відносного часу. Тому оператори мають три типи пам'яті:

- Короткочасна пам'ять, кількість якої визначається числом елементів, які потрібно негайно застосувати, а після одного їх пред'явлення ви можете їх забути (видаливши пам'ять);
- Оперативна пам'ять, яка зберігає інформацію лише протягом часу, необхідного для досягнення певної мети;

- Довготривала пам'ять залежить від співвідношення кількості інформаційних елементів, які оператор може запам'ятати, до кількості показів, необхідних для цієї мети.

Обсяг короткочасної пам'яті визначається кількістю символів, які варто запам'ятати і рідко залежать від інформаційного змісту.

Обсяг довготривалої пам'яті залежить від стану інформації.

В процесі прийому та оцінки інформації бере участь один або кілька типів пам'яті.

Як компонент ергатичної системи оператор відрізняється від звичайної технічної підсистеми. Будь-яка інформація, яка надходить у ваш мозок від рецепторів, буде перекодована. Виконується керуючий вплив після перекодування. Пропускна здатність аналізатора відрізняється від пропускну здатності звичайної лінії зв'язку і визначає час відгуку реакції оператора. Час відгуку має логарифмічну залежність від кількості отриманої інформації і вимірюється в бітах. У цьому випадку спостерігається лінійна залежність часу відгуку t_p від кількості інформації.

$$t_p = 0.626 \log(n + 1) ,$$

Де n – число біт.

Пропускна здатність людини – оператора залежить від таких факторів, як:

- Довжина алфавіту, ступінь складності вибору, ймовірності появи сигналу;
- Кількості елементарних дій, необхідних при переробці інформації, що поступила, розмірності сигналу;
- Просторового розташування органів управління системою;
- Рівня тренуваності оператора;
- Значимості сигналу.

4.2.1. Час реакції людини -оператора.

Час, коли людина реагує на зовнішні подразники, є важливим показником її діяльності як оператора. Він має такі властивості як: працездатність, рівень втоми, здатність до навчання, фізична підготовленість тощо.

При цьому розрізняють:

- А-реакції, що визначають час від моменту появи одного сигналу до початку дії відповіді (моторної);
- В – реакції, що визначають можливість розрізнення одного або більше сигналів і вибору однієї відповіді з декількох можливих;
- С – реакції, що заключають необхідність відповісти лише на один сигнал при пред'явленні декількох сигналів (вибір).

Найбільш суттєвими є В і С реакції, так як з А реакціями справляється автомат.

Особливе значення приймають реакції оператора на об'єкти, що рухаються.

Час реакції людини - оператора можна оцінити за формулою:

$$t_p = a \log v_0 + b,$$

Де v_0 - швидкість мети,

$$a = 0.073(1 + 0.09N - 0.052N^2),$$

$$b = 0.015(1.6 + 0.15N - 0.001N^2).$$

N - кількість тренувальних випробувань людини-оператора

$$1 \leq N \leq 50$$

4.3. Ймовірнісний підхід до кількісної оцінки працездатності людини-оператора.

Працездатність людини-оператора визначається станом її фізіологічних і психічних функцій, що дозволяє виконувати певну діяльність з необхідною якістю на протязі певного часу. Кількісним показником працездатності оператора може служити коефіцієнт оперативної готовності P_{og} , що визначається як імовірність того, що людина – оператор виявиться в працездатному стані в заданий момент часу t_0 і,

починаючи з цього моменту, буде працювати без помилок на протязі заданого інтервалу часу Δt .

$$P_{oz} = k_r P \quad (4.1)$$

Де k_r – коефіцієнт готовності людини – оператора,

P_o – ймовірність її безпомилкової роботи на протязі часу Δt .

Коефіцієнт готовності k_r (введений по аналогії з технічними системами) – ймовірність того, що до моменту часу t_0 людина – оператор буде в стані, що дозволяє їй займатися професійною діяльністю, тобто вона буде атестована як спеціаліст. Будемо вважати, що $k_r \approx 1$.

Ймовірність безпомилкової роботи людини – оператора P_o – ймовірність того, що на інтервалі часу Δt , що знаходиться всередині інтервалу $T \gg \Delta t$, оператор виконає необхідні дії по управлінню системою без помилок.

Інтервал часу T -чистий час для управління системою оператором між почерговими його атестаціями (в експерименті можна вважати, що T - тривалість робочої зміни оператора). Нехай також τ - мінімальний час, на протязі якого оператор не може прийняти більше одного помилкового рішення або здійснити більше однієї моторної дії. (Можна вважати $\tau = 0.1c$). Будемо вважати, що Δt - заданий час безпомилкової роботи оператора. Очевидно, що $\tau \leq \Delta t \leq T$.

У відповідності з ймовірність безпомилкової роботи оператора може бути визначена співвідношенням

$$P_o = \left(1 - \frac{k\tau}{T - k\tau}\right)^{\left(\frac{\Delta t}{\tau} - 1\right)} \quad (4.2)$$

де k - кількість помилок, що допустив оператор за час T .

Використовуючи відомий перехід від степеневій функції до показникової, можна встановити, що співвідношення (4.2) еквівалентне співвідношенню

$$P_o = e^{-\lambda \Delta t}, \quad (4.3)$$

Де λ - інтенсивність помилок, що допускає людина – оператор.

$$\lambda = \frac{-1}{\tau} \ln\left(1 - \frac{k\tau}{T - k\tau}\right), \quad (4.4)$$

Інтенсивність помилок може слугувати самостійним критерієм надійності оператора як ланки ергатичної системи.

В співвідношеннях (4.2) і (4.4) різниця $(T-k\tau)$ - час безпомилкової роботи людини – оператора. При цьому середній наробіток на помилку

$$T_k = \frac{T-k\tau}{k} = \frac{T}{k} - \tau, \quad (4.5)$$

При цьому співвідношення (4.2) можна записати як:

$$P_0 = \left(1 - \frac{\tau}{T_k}\right)^{\left(\frac{\Delta t}{\tau} - 1\right)} \quad (4.6)$$

а інтенсивність помилок (4.4)

$$\lambda = -\frac{1}{\tau} \ln\left(1 - \frac{\tau}{T_k}\right) \quad (4.7)$$

Наробіток на помилку (5.5) можна визначити за заданою ймовірністю P_0 як:

$$T_k = \frac{\tau}{1 - P_0 \Delta t} \quad (4.8)$$

Співставляючи (5.5) і (4.8) можна знайти максимальну кількість некатастрофічних помилок, які може допустити оператор при заданій ймовірності

$$K_{\text{доп}} = \frac{T \frac{r}{1 - P_0 \Delta t}}{\tau \frac{r}{2 - P_0 \Delta t}} \quad (4.9)$$

Так ,наприклад, при $T=6 \text{ год}=21600\text{с}$,

$\Delta t=0.1T=2160\text{с}$, $\tau=0.1\text{с}$ і $k=1$:

$T_k=21599 \text{ с}=6 \text{ год}$ – на основі (4.5)

$P_0=0.9$ – на основі (4.6)

$\lambda = 4.7 \cdot 10^{-6}$ - на основі (4.7)

$K_{\text{доп}}=1$ - на основі (4.9)

$K_{\text{доп}}/K_{\text{доп}}=0.9$

Таким чином співвідношення (4.5) і (4.8) можуть бути використані для кількісної оцінки надійності людини – оператора як ланки ергатичної системи.

4.3.1. Процедура оцінювання значень елементів матриці α^n

Окреме виконання сигналу відповідає одному навчальному "польоту" ЗП на тренажері, проведеному за спеціальною програмою випробувань. За своїми властивостями сигнал є стохастичним, однополярним, процесом у ньому в момент появи окремого імпульсу, і його тривалість відповідає, наприклад, наявності виявленої помилки та часу, який ЗП витратив на її усунення. Часові інтервали між імпульсами можна розглядати як проміжки часу між помилками ЗП протягом одного польоту. Отже, математична модель доцільна, щоб забезпечити ЗП як обмеженого часом простого ланцюга Маркова із затримкою на один крок. Тривалість кроку τ вибирається настільки короткою, що під час нього ЗП не може виконати більше однієї тактильної операції з управління ДПАС або для усунення виявленої помилки будь-якого походження. Природно, що τ залежить від індивідуальних психофізичних та рухових властивостей людини. У вибраній моделі один крок відповідає одному "логічному нулю" або одній "логічній одиниці". Логічні нулі "0" відповідають дискретним моментам часу; під час дії ЗП він не містить помилок. Логічна одиниця "1" вказує на наявність помилок у діях оператора. Випадкова послідовність цих логічних нулів і одиниць є сукупністю окремих бітів, яка містить всю інформацію про надійність ЗП. В момент часу τ значення сигналу, яке є моделлю дії ЗП, може знаходитися в одному з двох несумісних станів: «0» з ймовірністю $P(0)$ або «1» з ймовірністю $P(1)$. Ці ймовірності залежать від ймовірностей стану сигналу $p(0)$ або $p(1)$ у початковий момент часу та від ймовірностей $p_i(j)$ збереження стану сигналу або переходу з одного стану i ($i = 0; 1$) в інший стан

j ($j = 0; 1$) за один крок. Стохастична оцінка процесу, який із початкового стану за n кроків може перетворитися на процес, що характеризується одним із двох несумісних станів з ймовірністю суворої диз'юнкції $P(i \vee j)$, може бути представлений у вигляді добутку:

$$\|P(i \vee j)\| = \alpha_0 \alpha^n, \quad (1)$$

Де:

$$\alpha_0 = \|p(0) \quad p(1)\| = \|p(0) \quad 1 - p(0)\|, \quad (2)$$

- матриця початкових станів процесу управління ДПАС,

$$\alpha^n = \begin{vmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{vmatrix}^n = \begin{vmatrix} 1 - p_{01} & p_{01} \\ p_{10} & 1 - p_{10} \end{vmatrix}^n \quad (3)$$

- матриця ймовірностей переходів процесу з одного стану i у стан j за n кроків.

Елементи p_{ij} матриці (3) - це ймовірності переходу процесу з одного стану в інший за один етап, або ймовірності збереження попереднього стану однополярного процесу.

У співвідношеннях (1) і (3) момент прийняття рішення визначається кількістю елементарних імпульсів n при обраному значенні τ :

$$t = n\tau \quad (4)$$

При цьому всі інтервали часу в загальному співвідношенні (1) становляться кратними обраному значенню τ .

Перехідні ймовірності p_{ij} в матриці α визначаються для кожного претендента на посаду ЗП під час його тестування за програмою, яка передбачає й імітацію аварійних ситуацій під час виконання польотного завдання, протяжністю $T = n_T\tau$. З простих міркувань впливає таке:

$$n(0) + n(1) = n_T, \quad (5)$$

$$p_{01} = \frac{N(1)}{n(0)}, \quad (6)$$

$$p_{00} = 1 - p_{01}, \quad (7)$$

$$p_{10} = \frac{N(0)}{n(1)}, \quad (8)$$

$$p_{11} = 1 - p_{10}, \quad (9)$$

де:

$N(1)$ - кількість власних помилок і збоїв ЕС, виявлених претендентом на посаду ЗП при його тестуванні протягом часу $T = n_T\tau$;

$N(0)$ - кількість власних помилок і збоїв ЕС, усунутих претендентом на інтервалі часу $T = n_T\tau$;

$n(1)$ – загальна кількість «логічних одиниць», кожна з яких може змінити свій стан на протилежний.

$n(0)$ – загальна кількість «логічних нулів», кожний з яких може змінити свій стан на протилежний.

Якщо ΔT_k - тривалість існування k -ї помилки до її усунення, то в співвідношеннях (5), (6), (8):

$$n(1) = \frac{1}{\tau} \sum_{k=1} \Delta T_k ,$$

$$n(0) = n_T - n(1)$$

Підрахунки на основі співвідношень (5) ÷ (9) є первісною статистикою, яка необхідна для прогнозування надійності ЗП у подальшому вже як атестованого спеціаліста. Після перепідготовки ЗП значення $n(1)$ може зменшитися.

Співвідношення (1), з урахуванням (2) - (9), можна вважати формалізованою стохастичною моделлю процесу управління ЕС людиною-оператором.

Отже, поява в моделі управління ДПАС окремих масивів «логічних одиниць» свідчить про наявність помилок з боку ЗП. Протяжність масиву $n(1)\tau$ відповідає часу, який був затрачений оператором на усунення виявлених негараздів, кожний з яких міг статися критичним.

При наявності зовнішніх факторів, які відвертають ЗП від процесу управління ДПАС, в стохастичній біполярній моделі управління ЕС можливе виникнення ще й бітових помилок.

Елементи результуючої матриці α^n містять всю інформацію про надійність ЗП в процесі виконання польотного завдання протягом часу T . При цьому кількісні значення ступеню n матриці можуть бути конче великими. Тому визначення окремих елементів результуючої для будь-яких значень ступеню n є відносно складною задачею. Після їх виконання одержимо такі співвідношення для елементів результуючої матриці, які є коректними для будь-якого моменту часу $n\tau \leq T$:

$$p_{00}(n) = \frac{p_{01}}{p_{10}+p_{01}} * \left[\frac{p_{10}}{p_{01}} + (1 - p_{01} - p_{10})^n \right], (10)$$

$$p_{01}(n) = \frac{p_{01}}{p_{10}+p_{01}} * [1 - (1 - p_{01} - p_{10})^n],(11)$$

$$p_{10}(n) = \frac{p_{10}}{p_{10}+p_{01}} * [1 - (1 - p_{01} - p_{10})^n],(12)$$

$$p_{11}(n) = \frac{p_{10}}{p_{10}+p_{01}} * \left[\frac{p_{01}}{p_{10}} + (1 - p_{01} - p_{10})^n \right](13)$$

Фізичний зміст отриманих співвідношень на момент часу nt є таким:

$p_{00}(n)$ – ймовірність безпомилкових дій ЗП при управлінні польотом ДПАС;

$p_{01}(n)$ - ймовірність прийняття помилкового рішення при управлінні польотом ДПАС;

$p_{10}(n)$ – ймовірнісний коефіцієнт готовності ЗП;

$p_{11}(n)$ – ймовірнісний коефіцієнт неготовності ЗП управляти польотом ДПАС.

Вочевидь, що:

$$p_{00}(n) + p_{01}(n) = 1,$$

$$p_{10}(n) + p_{11}(n) = 1$$

Визначені ймовірнісні оцінки можливих станів процесу управління ДПАС є водночас простішими оцінками надійності ЗП.

Складова, що міститься у круглих дужках співвідношень (10) ÷ (13), менше одиниці. Тому при $n \gg 1$ вона стає значно менше першого доданку у відповідному співвідношенні і нею у подальшому можна знехтувати. Тому співвідношення (10) ÷ (13) спрощуються і набувають вигляду:

$$p_{00}(n) \approx \frac{p_{10}}{p_{10} + p_{01}}, \quad (14)$$

$$p_{01}(n) \approx \frac{p_{01}}{p_{10} + p_{01}}, \quad (15)$$

$$p_{10}(n) \approx \frac{p_{10}}{p_{10} + p_{01}}, \quad (16)$$

$$p_{11}(n) \approx \frac{p_{01}}{p_{10} + p_{01}} \quad (17)$$

В співвідношеннях (14) ÷ (17) залежність показників надійності ЗП від значень n практично втрачена. При цьому кількісні значення різних за змістом показників $p_{00}(n)$ і $p_{10}(n)$ та $p_{01}(n)$ і $p_{11}(n)$ стають однаковими.

Застосовуючи правила перемножування матриць і враховуючи співвідношення (10)÷(13) або (14)÷(17) загальне співвідношення (1) формально можна записати у вигляді матриці-строки:

$$\| P(i \check{v} j) \| = \| p(1) p_{11}(n) + p(0) p_{01}(n) \quad p(0) p_{00}(n) + p(1) p_{10}(n) \| \quad (18)$$

Якщо $p(0) = 1$, крім

$$\| [P(i \check{v} j)] \| = \| p_{01}(n) \quad p_{00}(n) \| \quad (19)$$

І $N(1) = N(0)$.

Якщо $p(0) = 0$, крім

$$\| P(i \check{v} j) \| = \| p_{11}(n) \quad p_{10}(n) \| \quad (20)$$

І $N(1) > N(0)$.

Різні початкові умови прикладу (13) і (14) впливають на значення перехідних ймовірностей і прикінцеві результати з оцінки надійності ЗП.

4.3.2. Приклади оцінки надійності ЗП.

Приклад 1. Припустимо таке:

$$T = 30 \text{ хв.};$$

$$\tau = 1 \text{ с.};$$

$$N(1) = N(0) = 4;$$

$$\Delta T_k = 20 \text{ с.}$$

У цьому випадку в моделі: (19)

$$p_{00}(n) = 0,956; \quad p_{01}(n) = 0,044;$$

$$p_{10}(n) = 0,956; p_{11}(n) = 0,044.$$

Приклад 2. Припустимо таке:

$$T = 30 \text{ хв.};$$

$$\tau = 1 \text{ с.};$$

$$N(1) = 5; N(0) = 4;$$

$$\Delta T_k = 20 \text{ с.}$$

У цьому випадку в моделі: (20)

$$p_{00}(n) = 0,9315; p_{01}(n) = 0,0685;$$

$$p_{10}(n) = 0,9315; p_{11}(n) = 0,0685.$$

Таким чином помилка ЗП на старті знижує показники його надійності при інших рівних умовах.

4.3.3. Електронно діагностично – тренажерний комплекс для операторів ергатичних систем

Метою проекту було створення повністю нового унікального комплексу для відбору висококваліфікованих операторів ергатичних систем, підготовка яких є гарантом безпеки для людей та навколишнього середовища, за критерієм їх непристосованості до негативного впливу електромагнітних полів, рівні яких навіть не перевищують допустимих санітарних норм.

Створення технічного комплексу для кращої міцності несприятливості кваліфікованих операторів ергатичних систем високої відповідальності до шкідливого впливу мало потужних електромагнітних полів, які примушують людський організм швидше втомлюватись а наслідком цього в оператора зростає кількість помилок при прийнятті рішень.

Людина – оператор це найбільш специфічна підсистема будь-якої ергатичної системи. Протягом роботи в системі людина вимушена приймати відповідні рішення котрі стосуються тих чи інших подій. Прийняття рішень може бути супроводжене хибними або невиявленими відмовами (помилками першого або другого роду), Причини появи цих помилок є різні. Можна припустити, що однією, або навіть головною, з них є штучні електромагнітні поля, які навіть не перевищують санітарних норм.

Електромагнітні поля штучного походження зазвичай існують на робочому місці оператора.

Природа захистила велику кількість життєво важливих органів людського тіла від механічного впливу, але цей захист не є ефективним для електромагнітних полів, які є збудниками електричного струму в судинах та капілярах людини. Згідно до законів електродинаміки між судинами та капілярами з струмом виникає механічна сила, яка має змінити взаємне положення провідників (судин) у просторі. Але ніяких зміщень не відбувається тому, що організм нейтралізує вплив пондеромоторних (механічних) сил, використовуючи для цього певну кількість сил людського організму, яка призначена для інтелектуальної роботи людини – оператора. Саме ці ніким непередбачені витрати енергії можуть стати причиною відносно швидкого розумового втомлення людини – оператора і появи або збільшення хибних дій в його рішеннях.

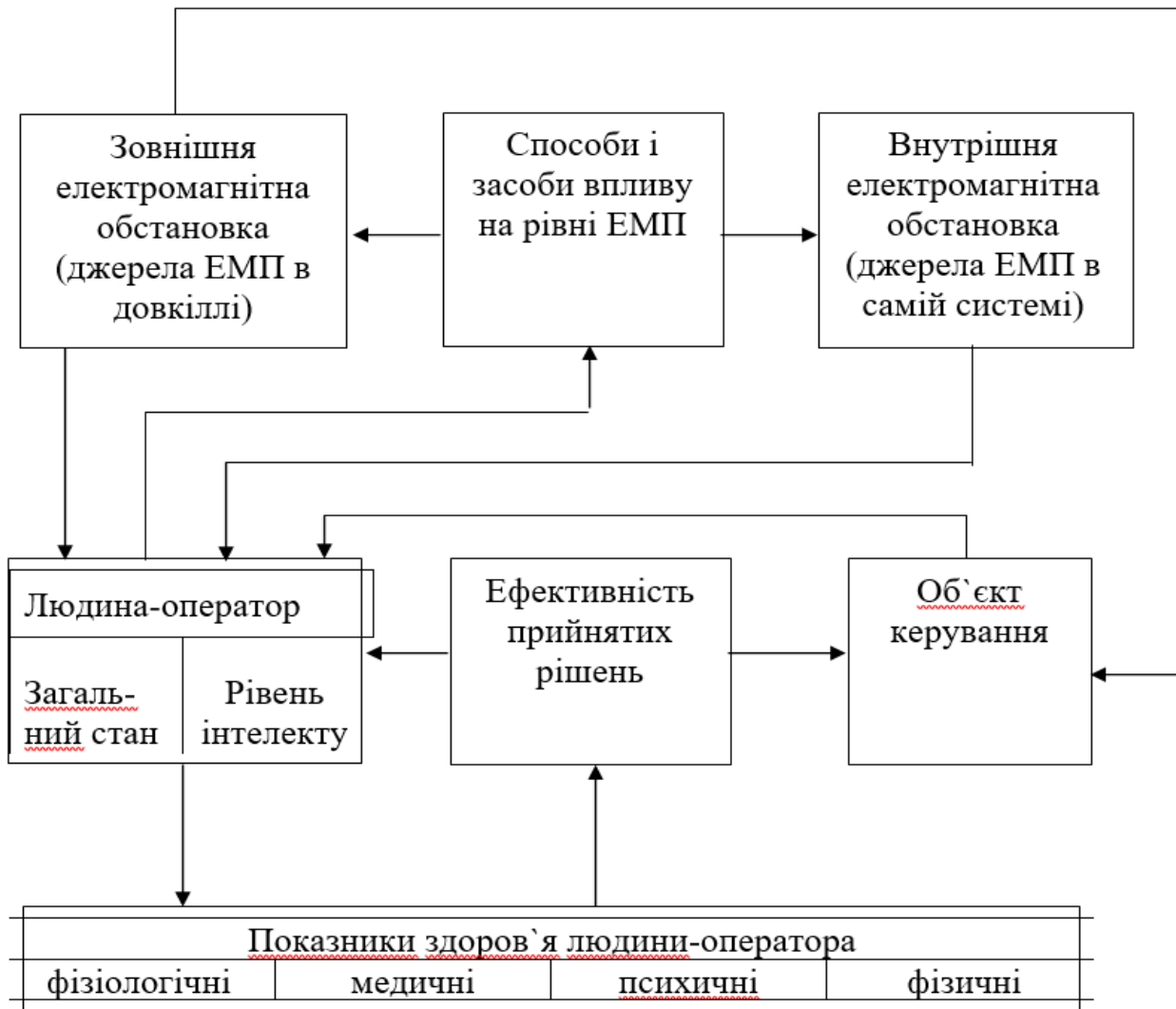
Щоб виконати професійний відбір людей – операторів ергатичних систем високої кваліфікації, а також стійких до впливу слабких електромагнітних полів з різною частотою, рівень яких не перевищує допустимих санітарних норм, потрібно розробити та створити спеціальний вимірювальний комплекс- тренажер, в який буде входити:

- Обладнане місце для тестування людини.
- Різновидність електромагнітних приладів (генератори) та відповідні антени – для збудження електромагнітних полів в зоні проведення тестування.

- Вимірювальні вольтметри з каліброваними антенами – індикатори напруженості магнітних (електричних) полів, які збуджені в зоні проведення тесту, для відповідності санітарним нормам.
- Набір спеціальних різноманітних комп'ютерних тестів для перевірки швидкості реакцій людини, уважності до зміни подій, кольорової сприйнятливості, спроможності оцінювання форми об'єктів та їх габаритів, тощо.
- База теоретичного та методичного забезпечення процедури тестування та об'єктивного оцінювання результатів та їх документація.
- Створення відповідних рекомендацій для розробки відомчих нормативів.

Проект не має аналогів у світової практиці.

Розв'язок вище означеної проблеми буде сприяти підвищенню цілісності ергатичних систем надзвичайної відповідальності, від нормального функціонування котрих належать життя та здоров'я людини, збереження значних матеріальних цінностей.



Структурна схема взаємовпливів елементів ергатичної системи з електромагнітними полями.

Висновки

Обґрунтована стохастична модель дій людини-оператора ергатичної системи. Основою моделі є простий ланцюг Маркова у вигляді уніполярного сигналу. Сукупність «логічних нулів» в ній відповідає безпомилковій роботі оператора, а наявність «логічних одиниць» свідчить про помилки в його діях. Модель застосовується для прогнозування рівня надійності зовнішнього пілота дистанційно пілотованої системи. Первинні дані, які необхідні для її наповнення, збираються під час тестування претендента на посаду зовнішнього пілота за спеціальною програмою на спеціальному тренажері. Отримані прості співвідношення, які дозволяють розраховувати ймовірність безпомилкової роботи пілота, коефіцієнтів його готовності або неготовності, ймовірність прийняття помилкового рішення при дистанційному управлінні об'єктом.

Розроблений спосіб оцінки надійності ЗП базується на основі результатів його тестування після закінчення ним навчання на тренажері за спеціальними методикою та програмою.

Отримані дані про індивідуальні особливості майбутнього пілота застосовуються у подальшому при прогнозуванні його надійності як фахівця з управління ДПАС.

Розроблений спосіб оцінки надійності ЗП має загальний характер і може бути застосованим для оцінки надійності пілотів повітряних суден будь-якого типу або для оцінки надійності операторів інших ергатичних систем.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі було показано актуальність проблеми оцінки надійності людини-оператора, як особливої підсистеми в генеральній ергатичній системі.

Збільшення неперервного стану роботи в умовах ЕМП приводить до того, що в організмі людини перерозподіляється загальний запас енергії, призначеної для забезпечення його життєвих функцій. Цей перерозподіл обумовлений необхідністю поповнення частини енергії ΔW , яка витрачається на нейтралізацію дії пондеромоторних сил, з метою збереження необхідного рівня інтелектуальної діяльності. При природному старінні організму загальний запас його енергії знижується. При цьому зменшується і та його частина, яка виділяється організмом для компенсації дії пондеомоторних сил. В цих умовах погіршуються якісні показники діяльності людини оператора.

Для підтвердження викладених положень в дипломній роботі пропонується проводити тестування на сприйнятливість до ЕМП низької інтенсивності при професійному відборі. Співробітниками кафедри було здійснено тестування невеликої кількості людей по спеціально розробленій методиці. Результати тестування підтвердили наявність стійкої тенденції до збільшення кількості помилок, які виникають в процесі прийняття рішень людиною-оператором в присутності на робочому місці малопотужних ЕМП.

Узагальнюючи викладений у роботі матеріал, можна прийти до висновку про те, що при професійному відборі осіб, що є ланкою ергатичної системи надзвичайної важливості, необхідно проводити їх багаторазове тестування на сприйнятливість до ЕМП низької інтенсивності.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Вплив електромагнітного випромінювання на живі організми

В доісторичні часи, на початку людства, перші "хомо-сапієнс" займалися збиральництвом, вживали в їжу сире м'ясо, одягались в шкіри вбитих тварин, жили в печерах, пересувались по чистій землі виключно на своїх двох або простіше – вдовольнялись тим, що було їм дано. Минуло небагато часу, порівняно з віком нашої планети, і що ми маємо? Прокинувшись вранці ми йдемо на кухню, підігріваємо харчі в мікрохвильовій печі, вмикаємо електричний чайник, сушимо волосся за допомогою фена, ставимо на підзарядку мобільний телефон. Снідаючи ми дивимося у вікно і бачимо поруч лінію електричних передач, під якою живо пройшов трамвай... На робочому місці чутно маленький фон від працюючих електричних приладів - наших маленьких, розумних помічників.

Електрична енергія - найвагомніше відкриття людства, без якого цивілізації в її сьогоденнішньому вигляді не існувало б. Цей вид енергії широко використовується людством, але у палки є два кінця... Електромагнітне поле (електромагнітне випромінювання) завжди виникає при русі вільних електронів в провіднику, тому передача електричної енергії супроводжується інтенсивним електромагнітним випромінюванням.

В певних випадках електромагнітне випромінювання має більш пагубний вплив на живий організм, ніж радіаційне випромінювання. Справа у тому, що радіаційний фон був на нашій планеті завжди і в певні часи (а місцями і зараз) його рівень був вище ніж в Чорнобильській зоні відчуження. Рівень же електромагнітного поля землі з кожним роком тільки зростає, що пов'язано з людською діяльністю. На території СНД загальна протяжність тільки ЛЕП-500 кВ перевищує 20000 км (окрім ЛЕП-150, ЛЕП-300, ЛЕП-750). Лінії електропередач і деякі інші енергетичні

установки створюють електромагнітні поля промислових частот (50 Гц) в сотні раз вище середнього рівня природних полів. Напруженість поля під ЛЕП може сягати десятків тисяч В/м. Найбільша напруженість поля спостерігається в місцях максимального провисання дротів, в точці проекції крайніх дротів на землю и в п'яти метрах от неї зовні від повздовжньої вісі траси: наприклад, для ЛЕП-330 кВ – від 3,5 до 5 кВ/м, для ЛЕП - 500 кВ – від 7,6 до 8 кВ/м, для ЛЕП-750 кВ – від 10 до 15 кВ/м.

Негативний вплив електромагнітних полів на людину і на ті або інші компоненти екосистем прямо пропорційний потужності поля і часу опромінення. Неприятливий вплив електромагнітного поля, що створюється ЛЕП, виявляється вже при напруженості поля, що дорівнює 1 кВ/м. У людини порушується робота ендокринної системи, обмінні процеси, функції головного і спинного мозку і ін.

На теперішній час, по даним екологів і лікарів-гігієністів відомо, що всі діапазони електромагнітного випромінювання впливають на здоров'я і працездатність людей і мають віддалені наслідки. Вплив електромагнітних полів на людину в силу їх значної розповсюдженості більш небезпечний, ніж радіація. Електричні поля промислової частоти оточують людину цілодобово, завдяки випромінюванню від електропроводки, освітлювальних приладів, побутових електроприладів, ліній електропередач і т.п. Енергетичне навантаження від електромагнітних випромінювань в промисловості і побуті зростає постійно в зв'язку зі стрімким розширенням мережі джерел фізичних полів електромагнітної природи, а також зі збільшенням їх потужностей. Людина нездатна фізично відчувати електромагнітне поле що його оточує, проте воно викликає зменшення її адаптивних резервів, зниження імунітету, працездатності, під його впливом у людини розвивається синдром хронічної втоми, збільшується ризик захворювань. Особливо небезпечною є дія електромагнітних випромінювань на дітей, підлітків, вагітних жінок та осіб з послабленим здоров'ям.

Можливі механізми біологічної дії електромагнітного поля...

Механізм дії електромагнітного випромінювання на живі організми то сих пір остаточно не розшифрований. Існує декілька гіпотез, що пояснюють біологічну дію електромагнітного поля. В основному вони зводяться до індиціюванню струмів в тканинах і безпосередньому впливу поля на клітковому рівні, в першу чергу з його впливом на мембранні структури. Вважається, що під дією електромагнітного поля може змінюватися швидкість дифузії через біологічні мембрани, орієнтація і конфірмація біологічних макромолекул, крім того, стан електронної структури вільних радикалів. Вочевидь, механізми біологічної дії електромагнітного поля мають, в основному, неспецифічний характер і пов'язані зі зміною активності регуляторних систем організму.

Вплив електромагнітного випромінювання на хімічні реакції...

Живі організми являють собою складні гетерогенні системи, в яких біологічним і фізико-хімічним реакціям належить головна роль. На підставі неперервних багаторічних досліджень декількома вченими було показано, що швидкість реакції в колоїдних системах залежить від сонячної активності і розташування відносно геомагнітних полюсів, причому основна причина цього – зміна під впливом електромагнітного поля властивостей води – загального компонента реакцій в живих і неживих об'єктах.

Вплив електромагнітного поля на клітину...

Мішенню для ініціації будь-якого адаптуючого ефекту, в першу чергу, є мембрани, плазматичні і внутріклітинні, обмежуючі різні органели і внутріклітинні компоненти. Відома велика чутливість кліткових мембран до дії самих різних хімічних і фізичних агентів, у тому числі до опромінення. Морфологічні і

функціональні порушення мембран виявляються практично відразу після опромінення і при дуже малих дозах. Зміна іонного складу, що виникає при цьому, може ініціювати в клітині проліферативні процеси. Окрім зміни проникності біологічних мембран і прискорення активного транспорту катіонів натрію, під впливом електромагнітного випромінювання відбувається активація перекисного окислення ненасичених жирних кислот і розгалуження процесів окислення і фосфорилірування в мітохондріях.

Вважається, що всі ці зміни на рівні клітини розвиваються з наступних причин:

Електромагнітне поле впливає на заряджені частинки і струми, внаслідок чого енергія поля на рівні клітини перетворюється в інші види енергії. Атоми і молекули в електричному полі поляризуються, полярні молекули орієнтуються по напрямку розповсюдження магнітного поля. В електролітах, якими є рідкі складові тканин, після впливу зовнішнього поля виникають іонні струми. Змінне електричне поле викликає нагрівання тканин живих організмів як за рахунок змінної поляризації діелектрика (суглобів, хрящів, кісток), так і за рахунок виникнення струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії електромагнітного поля. Чим більше напруженість поля і час впливу, тим сильніше виражені вказані ефекти. До величини в 10 мВт/м, умовно прийнятій за тепловий поріг, надлишкове тепло відводиться за рахунок механізму терморегуляції. Крім того, чутливість органів до перегрівання визначається їх будовою. Найбільш чутливими до перегрівання є органи зору, мозок, нирки, жовчний і сечовий міхур.

Вплив електромагнітного поля на нервову систему...

Перші експериментальні дослідження по впливу електромагнітного поля на нервову систему були проведені в СРСР. В монографіях професора Ю.А. Холодова опубліковані результати його багаторічних досліджень по проблемі впливу електромагнітних і магнітних полів на центральну нервову систему. Було

встановлено наявність прямої дії електромагнітного поля на мозок, мембрани нейронів, пам'ять, умовно-рефлекторну діяльність. В модельних експериментах показана можливість впливу слабких електромагнітних полів на процеси синтезу в нервових клітинах. Отримані чіткі зміни імпульсації коркових нейронів, що приводять до порушення інформації що передається в більш складні структури мозку. Р.І. Крутиковим виявлено, що при впливі електромагнітного поля в надвисокочастотному діапазоні може розвинути порушення короткочасної пам'яті.

Вплив електромагнітного випромінювання на імунну систему...

На теперішній час накопичено достатньо даних, що вказують на те, що при впливі електромагнітного поля порушуються процеси імуногенезу. Встановлено, що під впливом електромагнітного поля змінюється характер інфекційного процесу, виникають порушення білкового обміну, спостерігається зниження вмісту альбумінів і підвищення гамма-глобулінів в крові. Крім того, електромагнітне поле може виступати в якості алергену або пускового фактора, викликаючи важкі реакції у хворих алергіків при контакті з електромагнітним полем.

Вплив електромагнітного поля на статеву систему...

Під впливом електромагнітного випромінювання знижується функція сперматогенезу, змінюється менструальний цикл, уповільнюється ембріональний розвиток, виникають вроджені вади у новонароджених дітей і зменшення лактації у годуючих мам.

Вплив слабких електромагнітних полів на живі організми...

Слабкі електромагнітні поля при інтенсивності менш порогу теплового ефекту також впливають на зміни в живій тканині. Дослідження по біологічному впливу мобільного телефону, комп'ютерного блока і інших електронних засобів проведені в ряді російських наукових центрів, у тому числі - і на біологічному факультеті

Московського державного університету. При цьому шкідливість електронних засобів перевірялась як в робочому, так і у вимкненому стані пристрою, у тому числі і без джерел живлення.

Принципи нормування електромагнітних полів

У теперішній час у якості визначального параметра для оцінки впливу поля як електричного, так і магнітного частотою до 10-30 кГц прийнято застосовувати густину електричного струму індукції в організмі. Вважається, що густина струму провідності $j < 0,1$ мкА/см не впливає на роботу мозку, тому що імпульсні біоструми, що протікають у мозку, мають велике значення. В таблиці 3.3 показані можливі ефекти у залежності від густини струму, наведеного змінним полем в тілі людини.

Значення ГДР енергетичного навантаження на протязі робочого дня, а також ГДР складових поля для короткого проміжку часу, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Значення ГДР енергетичного навантаження на людину

Параметр	Граничні значення ГДР в діапазонах частот, МГц		
	від 0,06 до 3	більше 3 до 30	більше 30 до 300
ЕНгджк (В/м)2 год	20000	7000	800
ЕНнгджк (А/м)2 год	200		
Егдр (В/м)	500	300	80
Нгдр (А/м)	50		—

Одночасна дія електричних та магнітних полів в діапазоні частот 0,06—3 МГц вважається допустимою за умови:

$$E_{\text{He}} / E_{\text{Негдр}} + E_{\text{Hn}} / E_{\text{Hнгдр}} < 1.$$

Гранично допустиму густину потоку енергії в діапазоні частот 300 МГц—300 ГГц на робочих місцях персоналу встановлюють виходячи з допустимого значення енергетичного навантаження W на організм і часу перебування в зоні опромінення, однак у всіх випадках вона не повинна перевищувати 10 Вт/м, а при наявності рентгенівського випромінювання або високої температури повітря в робочих приміщеннях (вище 28 °С — 1 В/м²).

Гранично допустима густина потоку енергії (в принципі, це густина потужності, судячи з розмірності Вт/м, але в технічній літературі і нормативній документації, на жаль, прийнятий термін «густина потоку енергії») визначається за формулою:

$$\text{ГПЕ} = W/T,$$

де W — нормоване значення допустимого енергетичного навантаження на організм, що дорівнює 2 Вт/м для всіх випадків опромінення, виключаючи опромінення від антен сканування та антен, що обертаються, і 20 Вт/м для опромінення від антен сканування та антен, що обертаються; T — час перебування в зоні опромінення, год.

Гранично допустима ГПЕ при експлуатації мікрохвильових печей не повинна перевищувати 0,1 Вт/м при трикратному опроміненні по 40 хвилин кожного дня і загальній тривалості опромінення не більше 2 год. за добу.

Нормування ЕМП промислової частоти і статичних полів. Для електростатичних полів згідно ГОСТ 12.1.045-84 встановлюється допустима напруженість поля на робочих місцях за формулою $E = 60 / \sqrt{t}$ кВ/м, де $t = 1-9$ год.

У відповідності з цим стандартом граничне значення напруженості поля $E_{\text{гдр}}$, за якого дозволяється працювати на протязі години, дорівнює 60 кВ/м. На протязі робочої зміни дозволяється працювати без спеціальних заходів захисту при напруженості 20 кВ/м.

Для електричного поля промислової частоти у відповідності з ГОСТ 12.1.002-84 гранично допустимий рівень напруженості електричного поля, перебування в якому не дозволяється без застосування спеціальних засобів захисту, дорівнює 25 кВ/м. При напруженості поля від 20 кВ/м до 25 кВ/м час перебування персоналу в полі не повинен перевищувати 10 хв.

Згідно стандарту дозволяється перебування персоналу без спеціальних засобів захисту на протязі всього робочого дня в електричному полі допустимий час перебування T (год.) визначається за формулою $T = 50/E^2$, де E — напруженість діючого поля у контрольованій зоні, кВ/м.

При перебуванні персоналу на протязі робочого дня в зонах з різною напруженістю приведенний час перебування обчислюють за формулою:

$$T_{\text{пер}} = 8 (tE_1 / TE_1 + tE_2 / TE_2 + \dots + tE_n / TE_n),$$

Де tE_1, tE_2, tE_n та TE_1, TE_2, TE_n - фактичний та допустимий час перебування в зоні з напруженістю E_1, E_2 , та E_n .

За необхідності визначення гранично допустимої напруженості електричного поля при заданому часі перебування в ньому, рівень напруженості в кВ/м обчислюється за формулою: $E = 50 / (T + 2)$, де T - час перебування в електричному полі, год.

У середині житлових будівель приймається $E_{ГДР} = 0,5$ кВ/м, на території житлової забудови — 1 кВ/м.

Для постійних магнітних полів у відповідності з СН 1742-77 встановлена напруженість поля $H_{ГДР} = 8$ кА/м на протязі робочої зміни при роботі з магнітними установками та магнітними матеріалами.

Для магнітних полів промислової частоти у відповідності з СН 3206-85 у залежності від характеру дії (безперервного або переривчастого) встановлений зв'язок між загальним часом дії на протязі робочого дня (T) і гранично допустимою напруженістю поля $H_{Гдр}$.

При цьому характер дії поділено на групи:

1. безперервна і переривчаста дія з тривалістю імпульсу $t_I > 0,02$ с, з тривалістю паузи $t_n < 2$ с (і при $t_I > 60$ с); переривчаста дія 60 с $> t_I > 1$ с, $t_n > 2$ с; переривчаста дія $0,002$ с $< t_I < 1$ с; $t_n > 2$ с.

Рекомендації Міжнародного комітету з питання неіонізуючих випромінювань від 1990 р., зокрема, з питань ГДР електричного та магнітного полів промислової частоти для професіоналів (персоналу) та населення приведені в табл. 3.2.

Для електростатичного поля на протязі робочого дня за німецькими нормами $E = 40$ кВ/м (у нас 20 кВ/м), для постійного магнітного поля - $H = 16$ кА/м (у нас 8 кА/м).

Для напруженості електричного поля промислової частоти на протязі робочого дня $E = 20$ кВ/м (у нас 5 кВ/м), для напруженості магнітного поля промислової частоти $H = 4$ кА/м (у нас 1,4 кА/м).

Порівняння показує, що наші норми для персоналу по постійним полям жорсткіші в 2 рази, а по ЕМП промислової частоти - в 3-4 рази. Це свідчить про те, що у наші діючі норми закладений певний запас.

Таблиця 3.2 ГДР ЕМП для різних груп населення

Час перебування в полі	E (кВ/м)	H (мТл)
Професіонали:		
на протязі робочого дня	10	0,5
короткий час	30	5 (< 2 год. на добу)
для частин тіла		25
Населення:		
аж до 24 годин на добу	5	0,1 (80 А/м)
кілька годин на добу	10	1

Норми і рекомендації для захисту від ЕМП при експлуатації комп'ютерів. У теперішній час рядом країн розроблено документи, які регламентують правила користування дисплеями. Найбільш відомі шведські документи MPR II 1990:8 (Шведського національного комітету з захисту від випромінювань) та більш жорсткий стандарт TCO 95 (Шведської конференції професійних союзів). Ці норми застосовуються у всіх країнах Скандинавії і рекомендовані до розповсюдження в країнах ЕС.

В Україні норми електромагнітної безпеки регламентуються «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання», які затверджені МОЗ України (№ 239 від 01.08.1996). За цими правилами допустимі рівні інтенсивності електромагнітного випромінювання для цивільного населення становлять $2,5 \text{ мкВт/см}^2$, на відміну від європейських країн, де допустимі норми встановлені на рівні 100 мкВт/см^2 . Різниця вражаюча, проте, якщо в Європі всі дотримуються таких норм, то в Україні ні населення, ні влада не мають достовірної інформації про рівні інтенсивності електромагнітного випромінювання, якого вони зазнають.

Постійне підвищення насиченості виробничих, адміністративних і побутових приміщень потужними електронними й електричними пристроями потребує визначення рівня електромагнітної обстановки у цих приміщеннях та прогнозування її зміни в залежності від часу доби, дня тижня.

Вимірювання рівнів електромагнітних випромінювань надвисоких та надзвичайно високих частот

Наднормативне збільшення рівнів електромагнітних випромінювань надвисоких та надзвичайно високих частот обумовлюється в основному неузгодженістю при встановленні базових станцій мобільного зв'язку окремими операторами та неврахуванням рельєфів місцевості. Визначення внесків різних

станцій за допомогою сучасного вимірювального обладнання дуже ускладнюється практичним збігом їх робочих частот.

Сьогодні усе вагомішою складовою зовнішнього електромагнітного впливу на електромагнітну обстановку у виробничих приміщеннях є електромагнітні випромінювання ультрависоких і надвисоких частот, джерелами яких є радіотехнічне обладнання аеропортів та базові станції мобільного зв'язку. Вплив останніх має високий резонанс у суспільстві.

Вимірювання рівнів випромінювань цих частотних діапазонів за методикою, рекомендованою чинними санітарними нормами [1] - на висоті до двох метрів над рівнем землі у місті Києві, де насиченість території радіотехнічними об'єктами різного призначення найбільша в Україні -показали, що цей показник має значення 0,8-1,8 мкВт/см (гранично допустимий рівень - 2,5 мкВт/см²).

В окремих місцях центральних районів міста зі складним рельєфом цей показник сягає 2,3 мкВт/см . Але через велику щільність розміщення базових станцій мобільного зв'язку, розташованих на дахах будівель в умовах прямої видимості, рівні випромінювань суттєво збільшуються з висотою.

Рівні густини потоку енергії поблизу базової станції мобільного зв'язку потужністю 50 Вт наведено на рисунку 3.1.

Проведення вимірювань в умовах міста не дозволяють виключити вплив інших випромінювань, але з наведених даних видно, що на висоті третього поверху й вище і на відстані, яка відповідає реальним відстаням між будівлями, мають місце перевищення гранично допустимих рівнів.

Дослідження довели, що ефективним методом захисту працюючих від впливу електромагнітних випромінювань частотних діапазонів мобільного зв'язку є екранування паразитних пелюстків діаграми спрямованості базових станцій безпосередньо на випромінювачі [8]. Розподіл таких випромінювань піддається моделюванню, що дає змогу прогнозувати електромагнітну обстановку у будь-якому місці на стадіях проектування та монтажу технологічного обладнання [7].

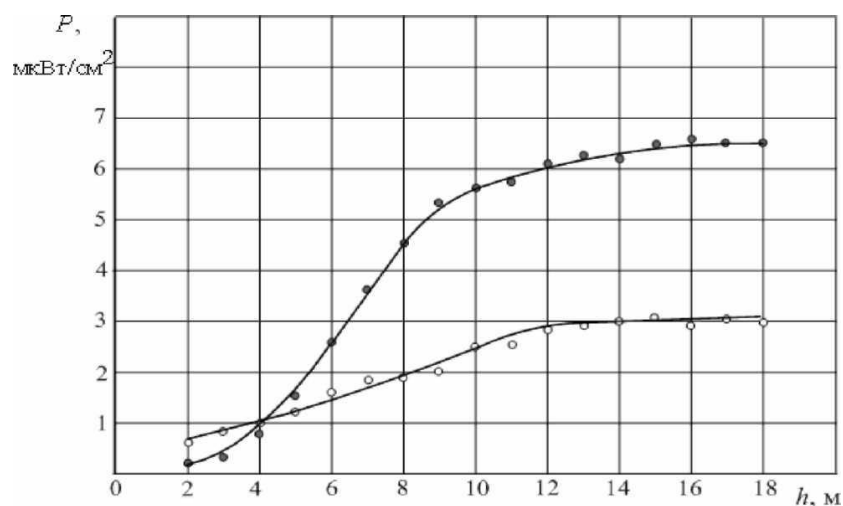


Рисунок 3.1 Зміна інтенсивності випромінювання базової станції з висотою від поверхні землі: • - на відстані 50 м, о - на відстані 100 м

6.2. Ступінь екологічної небезпеки при роботі за комп'ютером людини-оператора.

Будь-який технологічний процес у тій або іншій мірі впливає на навколишнє середовище, забруднюючи його. При внесені в середовище нових, не характерних для нього фізичних, хімічних і біологічних елементів, або перевищення природної концентрації цих елементів у середовищі називається забрудненням.

У зв'язку з автоматизацією процесів виробництва і керування, розвитком обчислювальної техніки і розробкою систем автоматизації проектних, дослідницьких і технологічних робіт широке поширення одержали ПЕОМ. При створенні ефективної комп'ютерної системи оцінювання параметрів, експлуатації програмного й апаратного комплексу накопичення, опрацювання і збереження інформації відбувається активна взаємодія з навколишнім середовищем.

Основний збиток завдається навколишньому середовищу від витрат на вироблення електроенергії, що є невід'ємною частиною використання сучасних обчислювальних засобів. Також значний збиток завдається і в наслідок витрат матеріалів на виготовлення системи, її утилізацію.

Для зменшення впливу на навколишнє середовище шкідливих забруднюючих речовин необхідно проводити природоохоронні заходи.

Характеристика ПК як джерела забруднення:

До основних факторів негативного впливу роботи комп'ютера можна віднести наступні:

- ЕМП монітора в діапазоні частот 20 Гц – 1000 МГц;
- статичний електричний заряд на екрані монітора (відсутній при використанні РК монітора);
- ультрафіолетове випромінювання в діапазоні 200 – 400 нм (відсутнє при використанні РК монітора);
- інфрачервоне випромінювання в діапазоні 1050 нм – 1 мм;
- рентгенівське випромінювання > 1.2 кВ (відсутнє при використанні РК монітора).

ПЕОМ як джерело електромагнітного поля

Дані зведено в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1

Джерело	Діапазон частот (перша гармоніка)
Монітор (Мережний трансформатор блоку живлення)	50 Гц
Статичний перетворювач напруги в імпульсному блоці живлення	20 – 100 кГц
Блок кадрової розгортки та синхронізації	48 – 160 Гц
Блок рядкової розгортки та синхронізації	15 – 110 кГц

Системний блок (процесор)	50 – 3060 МГц
Пристрої вводу/виводу інформації	50 Гц
Джерела безперебійного живлення	50 Гц, 20 – 100 кГц

ЕМП, що створює ПК, має складний спектральний склад у діапазоні частот від 0 Гц до 1000 МГц. ЕМП має електричну (Е) і магнітну (Н) складові, взаємозв'язок яких досить складний, тому оцінка Е і Н виконується окремо.

Дія комп'ютера, в основному, стосується людини.

Комп'ютер як джерело електростатичного поля

Помітний внесок у загальне електростатичне поле вносить клавіатура, що електризується від тертя поверхні, і миша. Експерименти показують, що навіть після роботи з клавіатурою, електростатичне поле швидко зростає від 2 до 12 кВ/м. На окремих робочих місцях в області рук реєструвалися напруженості статичних електричних полів більше 20 мВ/м (при використанні РК монітора немає електростатики).

Комп'ютер як джерело шуму

Основним джерелом шуму в приміщеннях є принтери, копіювальна техніка й устаткування для кондиціонування повітря, у самих ПЕОМ – вентилятори систем охолодження і трансформатори. Рівень шуму в таких приміщеннях досягає 85 дБ.

6.3. Еколого - економічне обґрунтування

Використання системи контролю і управління доступом, яка працюватиме за допомогою комп'ютерного регулювання та контролю є споживання електроенергії, що завдає шкоди навколишньому середовищу.

Витрату електроенергії при використанні ПЕОМ визначимо за формулою:

$$W_{ПЕОМ} = M \cdot \Phi \cdot K_3 K_6 / (\eta \cdot K_6)$$

де M – загальні витрати електроенергії, кВт·г; Φ – дійсний фонд часу, г; K_3 –

коефіцієнт завантаження ПЕОМ; K_o – коефіцієнт оновлення; η – коефіцієнт корисної дії; K_e – коефіцієнт втрат у ланцюгах.

Виберемо вихідні дані для розрахунку:

$$M_I = 0,1 \text{ кВт для комп'ютера типу IBM PC/AT};$$

$$M_I = 0,045 \text{ кВт для комп'ютера типу Notebook};$$

$$\Phi = 1500 \text{ г}; K_s = 0,75; K_o = 0,85; \eta = 0,85; K_e = 0,95.$$

Отже:

$$W_{ПЕОМ} = 0,1 \cdot 1500 \cdot 0,75 \cdot 0,85 \cdot (0,85 \cdot 0,95) = 77,22 \text{ кВт}\cdot\text{г}.$$

Витрата електроенергії на освітлення:

$$W_o = (P \cdot F \cdot \Phi \cdot K) / 1000$$

де $P = 15 \text{ Вт}$ – питома витрата електроенергії на 1 м^2 площі; $F = 15 \text{ м}^2$ – площа ділянки; $\Phi = 312 \text{ г}$ – кількість годин горіння освітлення; $K = 1,05$ – коефіцієнт втрат.

Загальні витрати електроенергії на освітлення:

$$W_o = (15 \cdot 15 \cdot 312 \cdot 1,05) / 1000 = 73,71 \text{ кВт}\cdot\text{г}.$$

Таким чином, збиток навколишньому середовищу визначимо за формулою:

$$Z = W_{ПЕОМ} \cdot U + W_o \cdot U$$

Отже, економічний збиток:

$$Z = 77,22 \cdot 0,37 + 73,71 \cdot 0,37 = 28,57 + 27,27 = 55,84 \text{ грн.}$$

При використанні комп'ютеру типу Notebook:

$$W_{ПЕОМ} = 0,045 \cdot 1500 \cdot 0,75 \cdot 0,85 \cdot (0,85 \cdot 0,95) = 34,75 \text{ кВт}\cdot\text{г}.$$

Економічний збиток в цьому випадку:

$$Z = 34,75 \cdot 0,37 + 73,71 \cdot 0,37 = 13,97 + 27,27 = 41,24 \text{ грн.}$$

Отже, при використанні Notebook економічні збитки менше на

$$\Delta = 55,84 - 41,24 = 14,60 \text{ грн.}$$

Тобто збитки зменшились на 26%.

Заходи щодо зменшення впливу на навколишнє середовище

Необхідність у запобіганні забруднення навколишнього середовища з кожним днем стає усе гостріше і гостріше. Тому у всіх галузях народного господарства на стадіях розробок нових технологій і їх впровадження, необхідно здійснювати всілякі заходи щодо запобігання забруднення навколишнього середовища.

Основний принцип захисту навколишнього середовища від забруднення, у тому числі й атмосферного повітря, полягає в розробці комплексу заходів щодо обмеження або виключення надходжень забруднень у навколишнє середовище – це технологічні, планувальні і екологічні заходи.

Зберігання чистоти навколишнього середовища – велика соціальна проблема, пов'язана з оздоровленням умов життя людей. У той же час вона поєднується з важливою економічною задачею, поверненням у виробництво значної кількості цінних продуктів сировини і матеріалів.

Вчасна ліквідація відходів, утримання в чистоті робочої території, є найважливішим заходом в комплексі робіт по захисту навколишнього середовища.

Висновки

1. Враховуючи великий шкідливий вплив комп'ютерів на навколишнє середовище, слід враховувати при використанні ПЕОМ вимоги екологічної безпеки.
2. При подальшій модернізації систем контролю і управлінням доступом необхідно враховувати екологічні вимоги і нормативи.

Підсумувавши усе вищесказане в даному розділі, можна сказати, що діяльність підприємства завдає значної шкоди навколишньому середовищу. Має місце забруднення атмосферного повітря.

Щоб зменшити вплив шкідливих факторів на навколишнє середовище, варто впроваджувати заходи щодо його захисту.

Також доцільніше використовувати комп'ютери новіших моделей, ноутбуки, так як їх енергозатрати значно нижчі, ніж у випадку комп'ютерів більш старіших моделей, побудованих на основі ЕПТ. Зниження енергозатрат дозволяє зменшити економічний збиток на 26%.

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система законодавчих, організаційно-технічних, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних мір і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності людини в процесі праці.

Завдання охорони праці полягає в тому, щоб звести до мінімуму ймовірність поразки працюючого під дією небезпечного виробничого фактора або захворювання під дією шкідливого виробничого фактора з одночасним забезпеченням комфортних умов при максимальній продуктивності праці.

Закон України "Про охорону праці" визначає основні положення по реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності; регулює взаємини між адміністрацією і працівником в незалежності від форм власності; встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною.

Згідно закону України «Про підприємства в Україні» усі роботодавці повинні турбуватись про дотримання у своїй діяльності вимог законів України стосовно охорони праці та навколишнього природного середовища.

Безпека праці забезпечується дотриманням стандартів ГОСТ 12.2.007-93 (ДСТУ 2817-94) з безпеки праці.

Покращення умов праці та забезпечення безпеки праці - одне з головних питань, яке потрібно враховувати під час розробки та проектуванні системи (блоку).

Кінцевим результатом розробки дипломної роботи є створення методики досліджень впливу ненавмисних електромагнітних випромінювань офісного обладнання на імовірність появи похибок у рішеннях, що приймає людина-оператор. Тому для детального аналізу умов охорони праці обираємо робоче місце оператора ПЕОМ.

Комп'ютер живиться від мережі змінного струму 220 В частотою 50 Гц.

7.1. Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Умови праці на робочих місцях при експлуатації ПК складаються під впливом великої кількості факторів, різних по природі, формам прояву і характеру впливу на людину.

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються по своїй дії на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні. В свою чергу, кожна група факторів має свої підгрупи. Нижче розглянемо небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що мають місце при роботі на ПК.

Фізичні небезпечні та шкідливі фактори

а) Підвищений рівень шуму на робочому місці.

Внутрішній шум в приміщенні створюють апаратура, механізми, машини, що встановлені в них.

ПЕОМ можна віднести до малошумної категорії апаратури, яка створює шум в межах допустимих норм (65 дБ) відповідно до ОСТ 54 72001-78 "Шум. Общие требования безопасности труда на эксплуатационных предприятиях гражданской авиации".

б) Підвищена температура повітря робочої зони.

Причиною підвищеної температури робочої зони можуть бути освітлювальні пристрої, величина тепловиділень яких становить 35-60 Вт/м², а також комп'ютер, середня величина тепловиділень якого становить 310 Вт/м².

в) Недостатність природного освітлення.

Причиною недостатності природного освітлення може бути неправильно спроектоване розміщення робочого місця відносно джерел природного освітлення (вікон), слабе світлопроникнення вікон через їх забрудненість.

г) Недостатня освітленість робочої зони.

Причиною недостатньої освітленості робочої зони може бути невірно спроектоване та виконане освітлення – недостатність світильників місцевого освітлення.

д) Підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якого може пройти через тіло людини. Причиною виникнення електричного струму на не струмоведучих елементах конструкції, а також ушкодження ізоляції електропровідних елементів приладу можуть призвести до замикання й проходження струму крізь тіло людини.

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори

а) Нервово-психічні перенавантаження, такі як:

- напруга зору;
- напруга уваги;
- інтелектуальні навантаження;
- емоційні навантаження;
- тривалі статичні навантаження;
- монотонність праці;
- великий обсяг інформації, оброблюваної в одиницю часу.

Такі перенавантаження можуть виникати у оператора ПЕОМ, оскільки його робота потребує постійної уваги та зосередженості під час постійного отримання інформації. Робота може супроводжуватися перервами різної тривалості та характеризуватися як робота з напруженням зору (маленькі знаки на екрані),

нервовими навантаженнями (високі вимоги до точності виконуваної роботи). Причиною цього фактору може бути невдало розроблений графік чергувань, тому що системи видають, особливо в робочий час об'єкту, досить великі об'єми оперативної інформації.

7.2. Технічні заходи щодо виключення дії на технічний персонал небезпечних та шкідливих факторів

Шум та вібрація у робочому приміщенні

У приміщенні технічного відділу причинної шуму і вібрації являються апарати, прилади і устаткування: друкуючі пристрої, комп'ютери, вентилятори, кондиціонер та ін. При їхній роботі рівень вібрації не вище 33 дБ, рівень шуму не повинен перевищувати 50 дБА, що є нормою для даного виду діяльності відповідно до НПАОП 0.00-1.28-2010 [3]. Заходи по забезпеченню встановлених норм: використання спеціальних шум-поглинаючих перегородок, застосування меблів, які сприяють зменшенню шуму і вібрації, установка апаратів і приладів на спеціальні амортизуючі підкладки.

Заходи щодо регулювання температури повітря робочої зони

Температура повітря робочої зони становить 22⁰ С, що відповідає нормованим параметрам мікроклімату та іонного складу повітря згідно з ГОСТ 12.1.005-88. Для забезпечення необхідної температури 22⁰ С повітря, вологості 60 %, швидкості руху повітря 0,5 м/с необхідно:

- встановити систему вентиляції та кондиціонування у приміщенні;
- створити зелені куточки.
- Оптимальні і припустимі норми на повітря в робочій зоні приведені в табл. 7.1.
-

Оптимальні і припустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с		
		Оптимальна	Допустима					
				На постійних робочих місцях	верхня	нижня	Оптимальна	Допустима
холодний	легка	22-24	25	21	40-60	75	0,1	не більше 0,1
теплій	легка	23-25	28	22	40-60	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2

Заходи щодо забезпечення необхідного природного освітлення

Приміщення робочої зони має природне освітлення 300 лк відповідно до ОСТ 54 72003-82. Для забезпечення більшої ефективності природного освітлення застосовують наступні заходи:

- правильно спроектоване та виконане освітлення;
- освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи на північний схід;

- забезпечення коефіцієнта природної освітленості не нижче ніж 1,5.

Дані по нормах освітлення наведені в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Мінімальний розмір об'єкта розрізнювання, мм	Фон	Контраст	Розряд, під розряд зорової праці	Нормоване значення		
				Природне освітлення КПО, %	Штучне освітлення	
					Е _{мін} , лк	Тип ламп
Від 0,3 до 0,5	Світлий	Середній	III г	1,5	300	Газорозрядні

Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. При виконанні роботи використовувалося природне одностороннє бокове й штучне освітлення. Нормативне значення КПО повинно бути не менш 1,5% при роботі з ПЕОМ, тому потрібно застосовувати штучне освітлення (згідно ДБН В.2.5-28-2006 [7]).

Розрахунок природного освітлення

Забезпечення освітленості від природного світла пов'язане із пристроєм прорізів для пропускання світла. Конструктивно прорізи можуть бути різними по виконанню й по місцезнаходженню. Тому й характер природного висвітлення має свої особливості - воно може бути:

- бічним, якщо світлові прорізи (вікна) розташовані в зовнішніх стінах;
- верхнім, якщо світлові прорізи влаштовані в покритті, верхнє висвітлення здійснюється й через ліхтарі;
- сполучене висвітлення - це сполучення бічного й верхнього або ліхтарного пропускання світла в приміщення.

Природне висвітлення характеризується відношенням природної освітленості, створюваної усередині приміщення, світлом неба (безпосереднім або відбитим), до значення зовнішньої освітленості земної поверхні від небозводу,

виражене у відсотках. Це відношення прийняте називати коефіцієнтом природної освітленості КЕО.

Тому що приміщення прохідний розташоване на першому поверсі триповерхового будинку, те світлові прорізи влаштовані в зовнішніх стінах. Для забезпечення нормованого значення КЕО площа світлових прорізів при бічному висвітленні визначають по формулі:

$$S_0 = e_n * h_0 * S_{\Pi} * D_{o\text{зд}} * K_z / 100 * t_0 * r_1, (4.1)$$

де:

- S_0 – площа вікон, м²;
- e_n – значення мінімального коефіцієнта природної освітленості від бічного висвітлення для розглянутого приміщення без обліку світловтрат і відбитого світла й без обліку затінення конфронтуючими будинками (КЕО приймається для грубих робіт – 0,5 по [56]);
- h_0 - світлова характеристика вікна (орієнтовно приймається від 8,0 до 15,0);
- S_{Π} – площа підлоги;
- $D_{o\text{зд}}$ – характеризує затінення вікон від конфронтуючих будинків;
- $D_0 z$ – коефіцієнт запасу, приймається рівним від 1,5 до 2,0, причому менше значення використовується при вертикальному розташуванні світлопропускного матеріалу;
- t_0 - загальний коефіцієнт світлопропускання;
- r_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення КЕО від відбитого світла.

Значення величин, що входять у формулу, приймаються по [56].

Тоді, для даного приміщення мінімальна площа світлових прорізів, округлена, складе:

$$S_0 = 0,5 * 8,0 * 12,3 * 1,0 * 2,0 / 100 * 0,4 * 1,4, (4.2)$$

$$S_0 = 1,8 \text{ м}^2$$

По розрахованій площі світлових прорізів визначають їхній розмір і число. Тому що в даному приміщенні влаштований один віконний проріз, то площа його повинна становити:

$$S = 1,8 \text{ м}^2$$

Розрахунок штучного освітлення

Основна відмінність умов праці у вечірній час від денного полягає в тому, що у вечірній час відсутня достатня освітленість поля зору працюючого рівномірно розподіленим світловим потоком. Тому необхідно створити таке штучне висвітлення, при якому сумарний світловий потік від всіх установлених у робочій зоні світильників розподілявся рівномірно.

Завданням розрахунку освітленості є визначення числа й потужності світильників, необхідних для забезпечення заданого значення освітленості.

Розрахунок проводиться методом світлового потоку.

Величина світлового потоку однієї лампи дорівнює:

$$\Phi_{\text{л}} = E_{\text{н}} S K_{\text{з}} Z / \eta N, \quad (4.3) \text{ де:}$$

- $E_{\text{н}}$ – нормована освітленість, лк ($E_{\text{н}} = 25$ по [56]);
- S – освітлювана площа, м^2 ;
- $K_{\text{з}}$ – коефіцієнт запасу (приймаємо 1,3);
- Z - поправочний коефіцієнт, залежить від типу лампи (приймаємо $Z = 1,15$);
- N - число світильників; проектуємо $N = 6$ (мал.6.4.1.);
- η – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається по індексі

приміщення і і коефіцієнту відбиття стелі, стін і підлоги ($\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{з}}$, $\rho_{\text{р}}$).

Індекс приміщення

$$i = a b / h (a + b), \quad (4.4) \text{ де:}$$

- a – довжина приміщення, $a = 5,6$ м;
- b – ширина приміщення, $b = 2,2$ м;
- h – розрахункова висота (приймається рівної різниці між висотою

приміщення й відстанню від підлоги до робочої поверхні).

$$h = H - 1,2, \quad (4.5)$$

$$h = 3 - 1,2 = 1,8 \text{ м.}$$

$$i = 5,6 \times 2,2 / 1,8 \times (5,6 + 2,2) = 0,88$$

Приймаємо: $\rho_{\text{п}} = 70\%$

$$\rho_{\text{с}} = 50\%$$

$$\rho_{\text{р}} = 10\%$$

Тоді $\eta = 59,76\%$

Підставивши значення, одержимо:

$$\Phi = 25 \times 12,3 \times 1,3 \times 1,15 / 0,5976 \times 6 = 12\,841 \text{ лм}$$

Вибираємо лампу накалювання типу Б-220 потужністю 100 Вт і світловим потоком $\Phi_{\text{л}} = 1\,350 \text{ лм}$.

Визначимо розрахункову величину освітленості, що формується при використанні ламп типу БК-220.

$$E_{\text{р}} = E_{\text{н}} * \Phi_{\text{л}} / \Phi, \quad (4.6)$$

$$E_{\text{р}} = 25 * 1\,350 / 12\,841 = 2,64 = 3 \text{ лм}.$$

Отримана величина E задовольняє умовам поставленого завдання.

Розрахунок для покращення рівня штучного освітлення

Для покращення освітлення в комп'ютерній лабораторії будуть використовуватися світлодіодні лампи, а саме LITWELL LED-T8S-120 світловий потік яких $\Phi_{\text{л}}=1500\text{лм}$.

Відповідно до вибраного розрядом зорових робіт допустиме значення освітленості робочої поверхні приймається $E = 400 \text{ лк}$.

Для розрахунку освітлення КЛ скористаємося методом світлового потоку. Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, що падає на поверхню по формулі 4.1:

$$F = \frac{E_{\text{к}} S}{\eta} \quad (4.1) \eta$$

де F - світловий потік, Лм ;

E - нормована оптимальна освітленість, Лк , $E=400 \text{ Лк}$;

S - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S = 25 \text{ м}^2$);

Z - коефіцієнт мінімальної освітленості, характеризує нерівномірність освітлення. Приймається при найвигіднішому розташуванні світильників, коли світловий потік використовується для освітлення робочої зони найбільш раціонально,

($Z = 1.1$); – висота підвісу світильника, $= 0,3 \text{ м}$; k - коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення визначається по таблиці коефіцієнтів запасу для різних приміщень і в нашому випадку $k = 1.2$); η - коефіцієнт використання світлового потоку від світильника, що показує, яка частина світлового потоку лампи досягає освітлюваної поверхні, у тому числі завдяки відбиттю світлового потоку від стін, стелі й робочої поверхні.

Для визначення коефіцієнта η потрібно розрахувати індекс приміщення i за формулою 4.2:

$$i = h \cdot (A^2 + B) \quad (4.2)$$

де S - площа приміщення, $S = 25 \text{ м}^2$;

h - висота підвісу світильників над робочою поверхнею, м ; A

- ширина приміщення, $A = 4 \text{ м}$;

B - довжина приміщення, $B = 6,25 \text{ м}$.

Висота підвісу знаходить за формулою 4.3:

$$h = H - h_{cs} - h_p \quad (4.3)$$

де H – геометрична висота КЛ, $H = 3 \text{ м}$;

$$3,2 - 0,3 - 0,9 = 2 \text{ м}$$

$$i = \frac{25}{2,9(4 + 6,25)} = 0,84$$

По показнику приміщення та коефіцієнтам світлового потоку від підлоги – 10% (0,1), від стін – 30% (0,3) та від стелі – 50% (0,5) визначаємо для світлодіодної лампи LITWELL LED-T8S-120 значення коефіцієнта використання світлового потоку $\eta = 0,51$.

Підставимо всі значення у формулу 5.1 для визначення світлового потоку:

$$F = \frac{400 \cdot 1.2 \cdot 25 \cdot 1.1}{0.51} = 25882 \text{ Лм}$$

Розрахуємо необхідну кількість ламп по формулі 4.4:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}} \quad (4.4)$$

де N - визначається число ламп;

F - світловий потік, $F = 25882$ Лм;

$F_{\text{л}}$ - світловий потік лампи, $F_{\text{л}} = 1500$ Лм.

$$N = \frac{25882}{1500} = 18 \text{ шт.}$$

Отже, для освітлення використаємо 6-ть світильників, кожен світильник комплектується 3-ма лампами. Розміщуються світильники двома рядами, по три в кожному ряду.

Заходи щодо забезпечення освітлення робочої зони

Освітленість робочої зони, що відповідає вимогам ОСТ 54 72003-82 становить 300-500 лк.

Заходи виключення недоліку недостатньої освітленості:

- правильно спроектоване та виконане освітлення;
- відповідність рівня освітленості робочих місць характеру виконуваної роботи;
- оптимальна направленість випромінюваного освітлювальними приладами світлового потоку;
- рівномірний розподіл яскравості на робочих поверхнях та в навколишньому середовищі.

Від стану виробничого освітлення у приміщеннях, на робочих місцях і на території підприємства у значній мірі залежить безпека праці, продуктивність праці і якість продукції.

Згідно з ОСТ 54 72003-82 для зазначених робіт мінімальна освітленість при одному загальному освітленні має бути:

- при використанні люмінесцентних ламп – 200 лк;
- при використанні ламп накаливання – 150 лк.

Захист від ураження електричним струмом

Для захисту робітника від ураження електрострумом внаслідок пошкодження ізоляції і переході напруги на струмопровідні частини застосовують:

- захисне заземлення струмопровідних частин;
- занулення металевих струмонепровідних частин;
- захисне відімкнення;
- блокування (в ЕОМ використовують блочні схеми).

Поява електричного струму на струмопровідних елементах конструкції, а також ушкодження ізоляції електропровідних елементів приладу можуть призвести до замикання й проходження струму крізь тіло людини.

Відповідно до «Правила устрою електроустановок» всі електроустановки поділяються на два класи: із напругою до 1000 В та з напругою вище 1000 В. Заходи

щодо забезпечення електробезпечності розробляються, у першу чергу, виходячи з того, до якого з цих класів відноситься проєктована електроустановка.

Відповідно до ГОСТ 12.2.007.6-93 опір заземлюючого пристрою повинен дорівнюватись 4 Ом.

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 електроустановки приєднуються до внутрішньої магістралі за допомогою мідних і алюмінієвих провідників із перетином 4-6мм². Прокладку заземлюючих провідників із смугової сталі, рекомендується проводити відкрито по конструкції будинку, із метою більш доступного їх догляду. Приєднання дроту, що заземлює, до частин устаткування повинно бути виконано зварюванням або болтовим з'єднанням. Воно повинно бути доступно для огляду. Для болтового з'єднання повинні бути передбаченні заходи що до запобігання корозії з'єднання.

7.3. Забезпечення пожежної і вибухової безпеки під час випробувань

Приміщення, в якому працює оператор ЕОМ відноситься до приміщень підвищеної небезпеки (категорія В). До таких приміщень відносяться приміщення, у яких містяться речовини, здатні тільки горіти, але не вибухати при контакті з повітрям, водою чи один з одним.

Під *пожежною безпекою* розуміється стан об'єкта при якому із встановленою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі й впливу на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечується зберігання матеріальних цінностей. А під *вибухобезпекою* – стан виробничого процесу, при якому виключається можливість вибуху або у випадку його виникнення запобігається вплив на людей і забезпечується зберігання матеріальних цінностей. Основними причинами виникнення пожеж в приміщеннях, де працюють оператори ПЕОМ є:

- порушення пожежних норм і правил у процесах виробництва;
- неправильне обладнання систем опалення, вентиляції;

- невиконання протипожежних заходів щодо влаштування пожежної сигналізації, незабезпечення первинними засобами пожежогасіння;
- куріння в заборонених місцях;
- погане знання персоналом заходів протипожежної безпеки;
- несправність та перенавантаження (перегрів) блоків живлення та інших електричних пристроїв.

Відповідно до вимог і норм пожежної безпеки виробничі приміщення обладнуються засобами автоматичної системи пожежної сигналізації, первинними засобами пожежогасіння, вогнегасниками, ящиками з піском, установками пожежогасіння, автоматикою для виявлення і запобігання пожеж.

Профілактичні заходи щодо запобігання пожеж:

- приміщення для роботи з ПЕОМ розташувати в будівлі не нижче II ступеня вогнестійкості з розміщенням залів ПЕОМ не нижче першого поверху;
- двері машинного залу повинні бути самозамикаючимися з межею вогнестійкості не менше 0,75 годин;
- для акустичної обробки стін треба використати негорючі матеріали;
- освітлювальну електричну мережу слід виконати згідно вимог до пожежонебезпечних зон;
- прокладення кабелів через перекриття, стіни та підлогу слід виконати в трубах з негорючих матеріалів;
- система електрозабезпечення повинна мати блокування, яка забезпечує її відключення у випадку зупинки системи охолодження та кондиціонування;
- повітроходи слід виконати з негорючих матеріалів;
- система вентиляції повинна мати пристрої, які забезпечують її автоматичне відключення у випадку виникнення пожежі.

Для гасіння пожеж в приміщенні з ПЕОМ використовуються вогнегасники типу ОУ-5 (в приміщенні їх два), встановлені з розрахунку один вогнегасник на 40-50 м² підлоги.

7.4. Інструкція з пожежної і вибухової техніки безпеки та безпеки

Згідно з ГОСТ 12.1.004-91 та ГОСТ 12.1.010-76 до роботи з системою контролю і управлінням доступу допускаються особи інженерно-технічного складу, що вивчили пристрій, інструкцію з експлуатації, дану інструкцію і ті, хто склав залік з техніки безпеки і пожежної безпеки.

1.Перед початком роботи на комп`ютері необхідно:

- 1.1. Ознайомитися з посібником по експлуатації і розсташуванням рубильників.
- 1.2. Для вмикання ПЕОМ необхідні кабелі електроживлення комп`ютера і зовнішні пристрої підключити до мережі з напругою 220 В і частотою 50 Гц.
- 1.3. Щоб уникнути ушкодження окремих вузлів ПЕОМ забороняється підключати кабелі при включених у мережу зовнішніх пристроїв.

2.У процесі експлуатації комп`ютера:

- 2.1 Забороняється установка додаткових модулів розширення при включеному блоці електроживлення, а також використання саморобних кабелів, блоків розширення і блоків електроживлення, необхідно зайву довжину кабелів необхідно звернути у так звану гармошку.
- 2.2. Встановлюються такі внутрішньозмінні режими праці та відпочинку при роботі з ЕОМ:
 - при 8-годинній робочій зміні для операторів із застосуванням ЕОМ слід призначити регламентовану перерву для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожну годину роботи за візуальним дисплейним терміналом (ВДТ);
 - при 12-годинній робочій зміні регламентовані перерви повинні встановлюватися в перші 8 годин роботи аналогічно перервам при 8-годинній робочій зміні, а протягом останніх 4 годин роботи через кожну годину тривалістю 15 хв.

У всіх випадках, коли виробничі обставини не дозволяють застосувати регламентовані перерви, тривалість безперервної роботи з ВДТ не повинна перевищувати 4 години.

3. При закінченні роботи на ПЕОМ необхідно виключити електроживлення системного блоку і всіх зовнішніх пристроїв, що входять до складу комп'ютерної системи.

4. Обов'язки працюючих при аварійних ситуаціях:

4.1. У випадку пожежі необхідно знеструмити все устаткування, перекрити канали вентиляції і кондиціонування, ввімкнути пожежну сигналізацію і вжити заходів щодо гасіння пожежі (вогнегасник вуглекислий ОУ-5).

4.2. У випадку аварійної ситуації необхідно знеструмити все устаткування, перекрити канали вентиляції і кондиціонування, доповісти керівнику робіт про подію та, у разі потреби, приступити до ліквідації аварійної ситуації.

Список використаних джерел

1. <https://www.aex.ru/docs/4/2018/12/19/2855/>
2. <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-chelovecheskogo-faktora-v-sisteme-upravleniya-bezopasnostyu-polyotov>
3. Акимов, В. А. Надежность технических систем и техногенный риск. М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002.
4. ГОСТ 27.002 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»
5. Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual / Doc. 9806-AN/763. – 1-st Ed. – Canada, Montreal: International Civil Aviation Organization, 2002. – 138 p.
6. Кросскультурные факторы и безопасность полетов: сб. материалов по человеческому фактору № 16 / Circ. ICAO 302-AN/175. – Канада, Монреаль: ICAO, 2004. – 52 с.
7. Bertsch V. Sensitivity Analyses in Multi-Attribute Decision Support for Off-Site Nuclear Emergency and Recovery Management / V. Bertsch, M. Treitz, J. Geldermann, O. Rentz // International Journal of Energy Sector Management. – 2007. – Vol. 1. – Iss. 8. – P. 342-365.
4. Flueler T. Decision Making for Complex SocioTechnical Systems: Robustness from Lessons Learned in LongTerm Radioactive Waste Governance (Environment & Policy) / T. Flueler. – Springer, 2006. – 392 p.
9. Энциклопедия безопасности авиации / Н.С. Кулик и др. ; под ред. Н.С. Кулика. – К.: Техника, 2008. – 1000 с.
10. Лейченко С.Д. Человеческий фактор в авиации: монография в 2-х книгах / С.Д. Лейченко, А.В. Малышевский, Н.Ф. Михайлик. – Кн. 1. – Кировоград : ИМЕКС, 2006. – 512 с.
11. Keating C.B. A Methodology for Analysis of Complex Sociotechnical Processes / C.B. Keating, A.A. Fernandez, D.A. Jacobs, P. Kauffmann // Business Process Management Journal. – 2001. – Vol. 7. – Iss. 1. – P. 33-50.

12. http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2015/Mekhonoshin_11.pdf
13. file:///C:/Users/Admin/Downloads/vamsutn_2009_1_7.pdf
14. Харченко В.П. Графоаналітичні моделі прийняття рішень людиною-оператором аеронавігаційної системи / В.П. Харченко, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда // Вісник Національного авіаційного університету. – 2011. – № 1. – С. 5-17.
15. Kharchenko V.P. Methodology for Analysis of Decision Making in Air Navigation System / V.P. Kharchenko, T.F. Shmelova, Y.V. Sikirda // Proceedings of the National Aviation University. – 2011. – № 3. – P. 85-94.
16. Шмельова Т.Ф. Аналіз особливого випадку в польоті за допомогою мережевого графіка / Т.Ф. Шмельова, О.П. Бондар, І.Л. Якуніна // Вісник Національного авіаційного університету. – 2011. – № 2 (47). – С. 50-54.
17. Харченко В.П. Стохастичний мережевий аналіз розвитку польотних ситуацій / В.П. Харченко, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда // АВІА-2011: Х міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 19-21 квітня 2011 р.: тези доповідей. – Т. 2. – К.: Національний авіаційний університет, 2011. – С. 7.28-7.31.
18. Шмельова Т.Ф. Інформаційно-аналітичний діагностичний комплекс для дослідження закономірностей діяльності людини-оператора аеронавігаційної системи / Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда, А.В. Землянський, С.О. Астаф'єв // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Вип. 25. – Ч. II. – Кіровоград : КНТУ, 2012. – С. 385-392.
19. Международные стандарты, рекомендуемая практика и правила аэронавигационного обслуживания. Авиационная электросвязь. Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации Т. 1. Четвертые издания, Монреаль, апрель, 1985 г.
20. Эверст С., Маркин К., П. Вроблевски
21. Проектирование с целью выполнения III категории ИКАО в системе MLS / Труды ТИИЭР. – 1985. – т.77, №11.

22. Иванов В. А. Непрерывность обслуживания и коэффициент оперативной готовности аэронавигационных радиоэлектронных систем / Радиотехника. – 1992. - №10, 11.
23. Иванов В. А., Ильницкий Л. Я., Фузик М. И. Оценка целостности радиомаячных систем / Надежность радиоэлектронного оборудования гражданской авиации. Сборник научных трудов. – КИИГА, 1983 г.
24. Иванов В. А. Информационная надежность сигналов / Статические методы обработки сигналов в авиационном радиоэлектронном оборудовании. Сборник научных трудов. – КИИГА, 1983 г.
25. Сердюк А.М. Взаимодействие организма человека с электромагнитными полями как с фактором окружающей Среды, - К: Здоров`я, 1975 г.
26. Холодов Ю.А., Лебедев Н.Н. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля, - М.: Наука, 1992 г.
27. Метрологическое обеспечение безопасности труда. Справочник// Под ред. Сологоняна И.Х. Том 1. – М.: Изд-во стандартов, 1989 г.
28. Циркуляр ICAO 253-AN/151 Человеческий фактор. Сборник материалов № 12. Роль человеческого фактора при техническом обслуживании воздушных судов.
29. ICAO Doc 9683-AN/950. Руководство по обучению в области человеческого фактора.
30. <https://docplayer.ru/46384088-Тема-4-nadezhnost-ergaticheskikh-sistem.html>
31. https://aeronet.aero/UserFiles/ContentFiles/2017-11-9_11-11-47_%D0%A6%D0%B8%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80_10019_cons_ru.pdf