

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**НАЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ НЕПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ**  
**КАФЕДРА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОСТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

**ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувач кафедри  
канд. техн. наук, доц.  
\_\_\_\_\_ О.В. Попов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

**ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**  
**ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ**  
**«ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН І АВІАДВИГУНІВ»**

**Тема: «Методика оцінки впливу людського фактору на якість технічного обслуговування авіаційної техніки»**

**Виконав:** \_\_\_\_\_ **А.С. Кобзар**

**Керівник: канд. техн. наук, доцент** \_\_\_\_\_ **Ю.П. Пучков**

**Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:**

**охорона праці: ст.викл.** \_\_\_\_\_ **О.О. Козлітін**

**охорона навколишнього середовища:**  
**к.б.н, доц.** \_\_\_\_\_ **А.О. Падун**

**Нормоконтролер** \_\_\_\_\_.

**Київ 2022**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут неперервної освіти  
Кафедра збереження льотної придатності авіаційної техніки  
Освітня ступень «Магістр»  
Спеціальність 272 «Авіаційний транспорт»  
Освітньо-професійна програма «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

канд. техн. наук, доцент

О.В. Попов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

## ЗАВДАННЯ

**на виконання дипломної роботи  
АНДРІЙ СЕРГІЙОВИЧ КОБЗАР**

1. Тема роботи: **«Методика оцінки впливу людського фактору на якість технічного обслуговування авіаційної техніки»** затверджено наказом ректора від 11 жовтня 2018 года № 2548/ст.
2. Термін виконання роботи: з 15 жовтня 2018 г. по 17 лютого 2019 р.
3. Вихідні дані до роботи: статистичні данні по результатам технічного обслуговування повітряних суден експлуатантів та якості виконаних робіт.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз статистичних даних з якості технічного обслуговування повітряних суден для вирішення задач по оптимізації роботи інженерно-технічного складу; розробка методики оцінки впливу людського фактору на якість технічного обслуговування авіаційної техніки; розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: схема досліджень, результати аналізу статистичних даних з технічного обслуговування авіаційної техніки, моделі оцінки якості роботи інженерно-технічного складу, алгоритм процесів для покращення якості технічного обслуговування та зменшення кількості помилок при технічному обслуговуванні авіаційної техніки, результати проведених аналізів.

Графічний (ілюстративний) матеріал виконано з використанням Microsoft Office Word, Excel, Power Point і представлено у вигляді презентацій.

## 6. Календарний план-графік

Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
Збір та аналіз літературних даних		
Аналіз існуючих методів контролю і діагностування технічного стану авіаційної техніки. Постановка задач дослідження		
Дослідження впливу людського фактору на якість обслуговування авіаційної техніки		
Опрацювання статистичних даних з впливу людського фактору на технічне обслуговування авіаційної техніки		
Дослідження методики оцінки впливу людського фактору на якість технічного обслуговування авіаційної техніки		
Розробка рекомендацій для промисловості, ремонтних підприємств і експлуатантів		
Виконання окремих розділів пояснювальної записки: охорона праці, охорона навколишнього середовища		
Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу		
Попередній захист дипломної роботи	14.11.22 – 15.11.22	

## 7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Ст.викл. Козлітін О.О.		
Охорона навколишнього середовища	К.нб., доц. Падун А.О..		

8. Дата видачі завдання: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року.

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Методика оцінки впливу людського фактору на якість технічного обслуговування авіаційної техніки»:

106 с., 21 рис., 2 табл., 25 источн.

Об'єкт дослідження – розбір впливу людського фактору на якість обслуговування авіаційної техніки.

Предмет дослідження – визначити помилки інженерно-технічного персоналу під час технічного обслуговування повітряного судна з метою подальшого аналізу цієї статистики шляхом моделювання впливу людського фактору на якість обслуговування авіаційної техніки.

Мета дипломної роботи – розробка методики оцінки впливу людського фактору на якість обслуговування авіаційної техніки.

Методи дослідження.

Для вирішення поставленої задачі використовується статистична складова експлуатантів з обслуговування; методи: математичного, комп'ютерного моделювання.

Очевидна важливість результатів дослідження дипломної роботи полягає в тому, що за допомогою точної математичної моделі для всіх операційних процесів можна покращити якість та ефективність технічного обслуговування літаків інженерами, тим самим зменшивши кількість помилок у технічному обслуговуванні літаків.

Розроблені автором рекомендації можуть бути запропоновані для вдосконалення методики оцінки впливу людського фактору на якість обслуговування авіаційної техніки.

**МОДЕЛІ, МЕТОДИКА, ОЦІНКА, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР, ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ СКЛАД, ЯКІСТЬ.**

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	
ВСТУП.....	
1 ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР В АВІАЦІЇ.....	
1.1 Поняття «людський фактор».....	
1.2 Людська фактор при технічному обслуговуванні авіаційної техніки.....	
1.3 Витрати авіакомпаній спричинені людським фактором.....	
1.4 Концептуальна модель людського фактору.....	
1.5. Надійність інспекції виконанні людиною.....	
1.6. Потреба у стандартах .....	
Висновки до розділу 1.....	
2 ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ.....	
2.1 План ремонту і технічного обслуговування та умови до них.....	
2.2 Загальні правила виконання технічного обслуговування .....	
2.3 Проблематика гарантування достатнього рівня робіт при технічному обслуговуванні авіаційної техніки.....	
2.4 Процедури та стандарти керівництва надійністю технічного обслуговування авіаційної техніки.....	
Висновки до розділу 2.....	
3 ФОРМУВАННЯ МОДЕЛЕЙ СТАНДАРТНИХ РОБІТ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОГО СКЛАДУ ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ.....	
3.1. Розбір показників під час технічного обслуговування інженерно-технічного складу.....	
3.2. Категорії обов'язків інженерно-технічного складу.....	
3.3 Вибір формату та визначення продуктивності функцій інженерно-технічного персоналу.....	
3.3.1 Формат перевірки технічного стану авіаційної техніки.....	
3.3.2 Формат функцій диспетчера як організатора.....	

3.3.3	Аналіз кваліфікаційних навичок виконавця.....	
3.4	Оцінка моделі, що дається в знаки на якості технічного обслуговування.....	
3.5	Концепції росту структури технічного обслуговування авіаційного транспорту.....	
	Висновки до розділу 3.....	
4	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
4.1	Характеристика робочого простору.....	
4.2	Елементи при ТО що можуть бути шкідливими та небезпечними.....	
4.2.1	Впливу шуму на робочому місці.....	
4.2.2	Фактор ризику при роботі з паливно-мастильними матеріалами.....	
4.2.3	Статична електрика.....	
4.3	Заходи щодо зниження та усунення шкідливого впливу виробничих аспектів.....	
4.3.1	Захист від впливу шуму на робочому місці.....	
4.3.2	Забезпечення безпеки праці при роботі з паливно-мастильними матеріалами.....	
4.3.3	Контрзаходи від статичної електрики.....	
4.3.4	Розрахунок повітрообміну.....	
4.3.5	Запобігання пожежі й вибухової небезпеки.....	
4.4	Попередження з охорони праці.....	
4.4.1	Інструкція користувача перед початком праці.....	
4.4.2	Інструкція працівників під час праці.....	
4.4.3	Інструкція працівників у випадку аварійної ситуації.....	
4.4.4	Інструкція працівника після закінчення праці.....	
	Висновки до розділу 4.....	
5	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	
5.1	Екологічні проблеми пов'язані з технічним обслуговуванням.....	

5.1.1 Основні джерела викидів в атмосферу.....	
5.1.2 Скидання забруднюючих речовин у воду .....	
5.1.3 небезпечні відходи.....	
5.1.4 Виникнення шумів .....	
5.2 Заходи щодо зниження негативного впливу на довкілля.....	
5.2.1 Заходи щодо зниження негативного впливу стічних вод .....	
5.2.2 Заходи щодо зниження негативного впливу відходів .....	
Висновки до розділу 5.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

АП – авіаційна пригода

АТ – авіаційна техніка

АТА - Асоціація повітряного транспорту Америки

АТБ – авіаційно-технічна база

БП – безпека польотів

ВОЗ - Всесвітня організація охорони здоров'я

ВЦА - відомство цивільної авіації

ЕП – експлуатаційні підприємства

ЕС – ергатична система

ІАС – інженерно-авіаційна служба

ІТС – інженерно-технічний склад

ЛОС – леткі органічні сполуки

ОНС – охорона навколишнього середовища

ОП – обслуговуючий персонал

ОТО – оперативно-технічне обслуговування

ПС – повітряне судно

СТП – стандарт підприємства

ТЕ – технічна експлуатація

ТО – технічне обслуговування

ТС – технічний стан

ФМ - функціональні мережі

ЦА – цивільна авіація



## **ВСТУП**

Рівень технічного обслуговування (ТО) авіаційного обладнання (АО) є одним із найважливіших аспектів системи технічної експлуатації (ТЕ) повітряних суден (ПС) і контролюється державою відповідно до правил, норм і вимог, що регулюють сертифікат для технічного обслуговування операторів та компаній.

Розширення самостійності компанії та посилення національного контролю за безпекою польотів (БП) вважаються важливими умовами впровадження нових ефективних технологій у виробництво технічного обслуговування АТ, що сприяють створенню системи підтримки світового рівня.

### **Актуальність теми**

ТО до системи контролю якості АТ - це організаційно-технічний процес забезпечення підтримання льотної придатності АТ під час експлуатації, що охоплює матеріально-технічні елементи (вимоги до продукції АТ, наземне обладнання, технічне обладнання), організаційно-оперативні методи виробничих операцій. Менеджмент (методи управління технічними станом (ТС), оцінка продуктивності та характеристик діяльності ТО, освітні та навчальні програми та інші сфери людської діяльності.

План забезпечення якості програми ТО є:

- формулювання основних принципів і характеристик системи управління якістю відповідно до вимог міжнародних стандартів серії ІСО 9000;
- розробити правила сертифікації, управління та перевірки для операторів та організацій, які обслуговують АТ;
- розробити вимоги до взаємодії організацій, які беруть участь у здійсненні діяльності АТ;
- удосконалити процес технічного обслуговування для забезпечення продуктивності та стабільності якості продукту АТ під час польоту.

У цивільних транспортних літаках оперативні й періодичні види ТО складають комплекс планових заходів безпеки - станів системи ТО, при яких гарантується готовність ПС, безпека і справність ПС.

Підтримка працездатності продукції АТ включає в себе комплексні діагностичні, профілактичні та ремонтні роботи на виробках будь-якого типу, обсягу та періодичності, що забезпечують необхідні показники надійності та ефективності використання АТ при розумних витратах на обслуговування.

Значний розвиток і ефективне використання роботи інженерно-авіаційної служби (ІАС) до теперішнього часу призвело до появи нових методів і засобів діагностики ПС, удосконалюються методи і способи організації технічного обслуговування, докладаються зусилля для вдосконалення систем автоматизації управління ПС. Під час експлуатації якість обслуговування починає визначатися на найвищому рівні якістю обслуговуючого персоналу.

Зусилля щодо врахування людських факторів зазвичай пов'язані з роботою льотних екіпажів, а людські аспекти, пов'язані з обслуговуванням літаків і контролем якості, враховуються рідко.

Через певні особливості технічні помилки при обслуговуванні ПС проявляються інакше, ніж помилки, які виникають в кабіні пілота або в пульті диспетчерської УПР.

Складність літака, численні системні збої та його автоматизація зменшують навантаження на екіпаж, але підвищують попит на технічних експертів з обслуговування літаків.

Це може призвести до перерозподілу помилок від однієї категорії людей до іншої в поєднанні з помилкою пілота через збій системи чи технології, що спричинить падіння рівнів, що призведе до авіакатастрофи. Людська помилка під час технічного обслуговування є причиною більшості аварій літаків, що призвело до збільшення кількості аварій через помилки технічного персоналу на 65% за останнє десятиліття.

Важливим питанням в ЦА є забезпечення надійності складних систем АТ в процесі експлуатації, і його дослідження зводиться до розгляду надійності технічних систем з урахуванням завдань обслуговуючих робітників і відповідного часу проведення ремонтних робіт.

При розгляді інцидентів, спричинених людською помилкою, а також ситуацій, коли організаційні умови не йдуть належним чином, раніше це ігнорувалося, а особа, відповідальна за допущення цього пропуску, не ідентифікувалася. Тому, щоб визначити загальні умови системи, які призводять до помилок, необхідно ретельно вивчити систему та організаційні слабкі місця.

Для підвищення ефективності роботи складних систем АТ необхідно розробити моделі, методи, методики розрахунку надійності ЕС та методи формування рекомендацій щодо вдосконалення процесу технічного обслуговування продукції АТ з урахуванням потужності ІАС.

Реалізація цих рекомендацій спрямована на підвищення контролю та якості виробничого процесу та забезпечення прозорості його функціонування. Крім того, ефективність заходів повинна проявлятися не тільки у використанні безперервних методів технічного обслуговування, зменшенні різних втрат і зменшенні помилок ІТС, але, що більш важливо, в підвищенні якості ТО. Організаційна культура і технологія в авіаційній промисловості, постійне вдосконалення технології та організації виробництва.

Характер застосування та основні характеристики наданих результатів треба використовувати для вдосконалення контролю якості ТО ПС, для управління програмою технічного обслуговування АТ.

# 1 ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР В АВІАЦІЇ

## 1.1 Поняття «людський фактор»

Поняття «людський фактор» формувалося та наповнювалося новим змістом протягом усієї історії розвитку авіації. Технічний прогрес спрямовував дослідницькі програми авіаційної медицини, психології, педагогіки. Поява складних системних зв'язків між авіаційними службами, організаціями, відомствами призвела до розуміння цілеспрямованого вивчення професійного середовища та ефективного управління різними видами авіаційної діяльності. Завдання підвищення безпеки польотів актуалізувало вивчення льотного та інженерно-технічного складу як суб'єктів професійної діяльності у системі «людина – літальний апарат – середовище».

Історично першими областями використання медичних, психологічних та педагогічних знань про людину як суб'єкт льотної діяльності стали професійний відбір та навчання. Пошук причин аварійності повітряних суден поставив питання про постійну увагу до стану психічного та фізичного здоров'я льотного та інженерно-технічного складу. Автоматизація в керуванні літаком, використання комп'ютерних технологій розширили проблемне поле наук про людину, яка визначала особливості психофізіологічного ресурсу оператора та його межі. Поступово складалося міжпредметне поняття «людський фактор».

У 20-ті роки. XX ст. було проведено аналіз причин катастроф і зроблено висновок про наявність взаємозв'язку аварійності повітряних суден з психологічними особливостями пілотів та інженерно-технічного складу.

У 30-ті роки. XX ст. питання про детермінованість помилкових дій пілотів недосконалістю техніки, була сформульована теза про те, що обладнання та пристрій літака має бути таким, щоб льотчик зміг повністю використати можливості, що даються літаком.

У 40-60-ті роки. XX ст. було вивчено проблеми аварійності та сформульовано визначення особистого фактора як сукупності всіх вроджених та набутих фізичних та психічних властивостей особистості, які можуть бути поставлені у зв'язку з причинами виникнення, характером перебігу та результатом льотної події.

Однак такий підхід апелював виключно до типологічних та індивідуальних характеристик пілота і по-перше, не враховував причини авіаційних подій технічного, ергономічного та управлінського характеру, наприклад, недоліки в організації, умовах авіаційної діяльності та роботі технічного персоналу; по-друге, розглядав як причину авіаційної події, найчастіше, негативні психологічні характеристики пілота (недисциплінованість, самовпевненість, конфліктність та ін.), що призводило до необ'єктивних висновків.

Також вважалося, що льотна пригода – надто складне явище, тому не можна розривати взаємозв'язок техніки та людини: поведінка пілота може бути правильно оцінено лише у зв'язку зі станом авіаційної техніки і конкретними умовами польоту, і, навпаки, ті чи інші дефекти експлуатації або пілотування літака можуть визначатись психологічним станом пілота.

Особистий фактор – здатність пілота та технічного складу до оволодіння своєю професією та обов'язків, а також їх функціональні можливості до компенсації несприятливих зрушень, що викликаються різними факторами.

ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації). Основним завданням даної організації є розробка та прийняття Міжнародних стандартів та Рекомендованої практики та політики на підтримку безпечної, ефективної, економічно стійкої та екологічно відповідальної цивільної авіації. Поняття «людський фактор» було зафіксовано у керівних документах ІКАО та стало загальноновизнаним.

У 70-ті роки. ХХ ст. стало очевидно, що людський фактор в порівнянні з особистим фактором більш повно та об'єктивно відображає причинно-наслідкові зв'язки під час розслідування конкретної авіаційної події, охоплюючи життєдіяльність авіаційної організації загалом.

Таким чином, людський фактор – це надійний та ефективний зв'язок між характеристиками діяльності людини та обладнанням. Психологічні аспекти людського фактора вимагають постійного наукового моніторингу у зв'язку із запровадженням нових функцій автоматизованих систем керування.

## **1.2 Людський фактор при технічному обслуговуванні авіаційної техніки**

Сучасні літаки і системи, вбудовані у них, стають все більше технологічно складними. З'являється все більше нових методів перевірки та діагностики цих систем спеціалізовані. Крім того, перевірка та обслуговування комерційної авіація є організаційно складною; що впливає з соціально-технічного процесу, в якому сотні, навіть тисячі людей безпосередньо.

Ці умови поєднуються, створюючи середовище, яке привчає людей у цій системі помилятися. Спроби одночасно досягти конкуруючих цілей безпеки, своєчасності, організаційний/економічний тиск може спонукати операторів порушувати перевірки технічного обслуговування. Наслідки помилок не відразу очевидні. Наприклад, в одному випадку несправність не мала ефект на протязі 17 місяців після її виникнення. Значна затримка зворотного зв'язку зменшує здатність операторів вчитися на помилках. Технічне обслуговування часто займає кілька днів і кілька змін, що ускладнює координацію діяльності та інформацію між різними операторами різних змін. Аудити контролю якості, а також перевірки та системи звітування про виконання огляду та ремонту. Однак вони зазвичай не забезпечують послідовне або своєчасний зворотний зв'язок з операторами про фактичні помилки.

Кілька досліджень виявили найпоширеніші наслідки людської помилки під час технічного обслуговування авіації. Зі звітів авіакомпаній можливо відзначити 122 помилки технічного обслуговування: пропуски (56%), неправильні установки (30%), непідходящі частини (8%), інше (6%). Трирічне дослідження Авіаційного управління (САА) знайшло вісім найбільше поширених помилок технічного обслуговування: неправильне встановлення компонентів, встановлення неправильних деталей, невідповідність електричної проводки (включаючи перехресні з'єднання), незакріплені предмети (інструменти тощо), залишені в літаку, недостатнє мастило, кришки паливного баку та заправки панелі не закріплені, опори шасі блокуються шпильками, не видалені перед відправленням.

Кілька основних категорій людського фактору під час виконання завдань з технічного обслуговування та перевірки, це:

- несправний компонент (тріснутий пілон, зношений кабелі, витік рідини),
- відсутній компонент (болт-гайка не закріплений),
- неправильний компонент (неправильна статика Піто встановлені зонди),
- неправильна конфігурація (клапан вставлений назад),
- неправильна послідовність монтажу (неправильна послідовність розпірки внутрішнього циліндра та стопорного кільця збірка),
- функціональні дефекти (неправильний тиск у шинах, надмірне затягування гайок),
- тактильні дефекти (сидіння не фіксується в положенні),
- процедурні дефекти (стулки носової стійки шасі не закриті).

Аварії, спричинені помилками людини, переконливо підкреслюють потенційно жахливі наслідки помилок технічного обслуговування для безпеки авіації. Відносна рідкість однак ці нещасні випадки не означають, що помилки технічного обслуговування такі ж рідкісні.

Можливі помилки в обслуговуванні що, враховуючи інші захисні механізми, вбудовані в систему, не є наслідком і тому зазвичай не виявляється. Це спокуса відкинути такі, здавалося б, несуттєві помилки, як неважливі. Їх тут згадують за двох причини. По-перше, помилки, які здаються несуттєвими можуть за інших обставин взаємодіяти з іншими. По-друге, навіть якщо певна помилка результат якої не є шкідливим за дією, це може свідчити про сприятливий стан у середовищі, завдання або знання оператора, які можуть призвести до помилки більшого значення. Хоча нещасні випадки є найбільш помітними і мають гострі наслідки, людські помилки під час технічного обслуговування мають інші важливі наслідки. 50% усіх помилок є великі затримки та скасування, пов'язані з двигуном внаслідок неправильного обслуговування. Ці наслідки зрештою впливають на задоволеність клієнтів, а також на продуктивність і прибуток авіакомпанії.

Негативні наслідки помилок людини в авіації технічного обслуговування, що відображається в аваріях, інцидентах і інші операційні неефективності очевидні.

### **1.3 Витрати авіакомпаній спричинені людським фактором**

Авіаційні події та інциденти, пов'язані з технічним обслуговуванням, часто призводять не лише до загибелі людей та матеріальних збитків, а й до значних витрат, пов'язаних із затримкою чи скасуванням рейсів. 1989 року витрати на технічне обслуговування становили 11,8% від загальних експлуатаційних витрат авіакомпаній США, або понад 8 мільярдів доларів США щороку. Підраховано, що кожна затримка рейсу обходиться авіакомпаніям у середньому 10 000 доларів. У США вартість скасування рейсу становить близько 50 000 доларів США. Через це стає зрозумілим, що частота затримок, пов'язаних з технічним обслуговуванням, буде дещо знижена, особливо перед запланованими вильотами, під час експлуатації та обслуговування або під час підготовки до вильоту.

У відкритому доступі мало докладних аналізів витрат, пов'язаних із відмовами при технічному обслуговуванні, але вартість авіакатастрофи, яка знищить літак, може обчислюватися десятками, якщо не сотнями, мільйонів доларів. У вересні 2000 р. учасники конференції у Лондоні (Велика Британія) отримали результати невеликого проекту "Дослідження помилки встановлення". У рамках проекту, до якого входять дві авіакомпанії, виробники та менеджери, досліджуються дані про втрати від аварій на землі під час буксирування та вивішування в ангарах за типовий рік.

Були отримані такі результати:

- 16 випадків під час буксирування 260 000 \$;
- 30 випадків в ангарах під час підйому літаків на рік, 120 000 \$.

Відтоді були вжиті наступні запобіжні заходи:

- 52 000 доларів США, щоб накреслити осьові лінії та межі безпечних місць на підлозі, освітлення дверей ангару зробити оптимізацію, замінити робочі платформи та навчити працівників;



- перегляд системи управління та додаткова інформація про необхідність перевірки обладнання в робочих умовах, які не потребують додаткових витрат.

Були отримані такі результати:

- 75% зниження подій при буксируванні. Це економить 143 000 доларів протягом року;

- зменшення пошкоджень при підйомі на 87%, заощадивши 88 000 доларів США. Америки кожного року.

Ця економія може бути незначною порівняно із загальними витратами на обслуговування. Однак це лише приклад того, як невеликі інвестиції в заходи безпеки можуть досягти значних, якщо не вражаючих, результатів рентабельності інвестицій (ROI), як показано за такими показниками:

- операції, пов'язані з буксируванням повітряних суден: термін окупності - 3,2 міс., рентабельність інвестицій - 2,75;

- роботи по ангарному підйому: термін окупності - 1,8 міс., окупність інвестицій - 5,5.

Висновки цього дослідження можна резюмувати так: організації та його співробітники поводяться зрозумілим чином, не підраховуючи ціну помилки. В галузі людських відносин методи визначення пріоритетів дій з використанням ROI все ще перебувають у зародковому стані.

Показник ROI не слід розглядати як єдиний захід для визначення втручань у сфері людських ресурсів, але він є корисним інструментом, особливо коли йдеться про обґрунтування витрат.

#### **1.4 Концептуальна модель людського фактору**

Слово «людський фактор» потрібно добре розуміти, оскільки, коли ця фраза використовується в розмові, зазвичай розуміється як усе, що стосується людини. «Людський фактор покращення стосунків між людьми та їхньою діяльністю шляхом систематичного використання людської інформації в структурі проектування системи» - це визначення людської інформації, прийняте ISAO завдяки Елвіну

Едвардсу. Основною метою цієї роботи є забезпечення ефективності всієї системи, включаючи безпеку та ефективність, а також благополуччя кожного.

Професор Едвардс також зазначив, що «люди» включають людей будь-якої статі, а «робота» передбачає цей інтерес до контакту один з одним і моделі поведінки в групах як індивідів.

Пізніше це визначення включало питання кооперативного характеру окремих осіб, груп і організацій, що входять до нього, а також кооперативні аспекти організацій, які складають авіаційну систему.

Вивчаючи людей, наука включає знання про людей, їхній характер, обмеження та здібності, а також про поведінку людей і груп. Інтеграція людського елемента на рівні творчого процесу означає, що професіонали визначають завдання та методи людської праці, а також труднощі та перешкоди в умовах життя, які люди, що працюють у сфері інженерно-технічної праці, мають вирішувати. Щоб вирішити певні проблеми, необхідно якомога більше використовувати людські дані.

Людський фактор — це наука про людей у контексті, в якому вони живуть і працюють, їх взаємодію та взаємодію з технологіями, системами та середовищем.

Різні людські фактори привертають увагу до багатьох особистих, медичних та біологічних факторів для покращення технічного обслуговування літаків, їх характеристик та управління польотом в авіації.

Для отримання докладнішої інформації про людський фактор дуже корисно використовувати концептуальні моделі. Ця концептуальна модель виражається у вигляді блоків, що становлять різні категорії людських об'єктів. Зазвичай, модель будується шляхом додавання блоків по одному, що полегшує перегляд важливих з'єднань різних частин.

У Посібнику з навчання людського фактора (Doc 9683) прийнято модель SHELL (аббревіатура містить ініціали англійських назв елементів, що входять до її складу: Software, Hardware, Environment, Liveware). Ця модель була вперше розроблена професором Едвардсом у 1972 році та оновленої версії моделі, розробленої капітаном Френком Хоукінсом в 1975 році. Пропонуються такі визначення компонентів: завдання (людина), обладнання (машина), програмне

забезпечення (програми, символи тощо), середовище (середовище, в якому повинні взаємодіяти перші три компоненти системи). Ця блок-схема є лише основою для кращого розуміння визначення людських об'єктів, оскільки вона не показує відносин між компонентами (об'єкт-об'єкт, об'єкт-природа і процес-об'єкт-об'єкт) за рамками людських об'єктів.



Рисунок 1.4 - Модель "SHELL", змінена Хоукінсом

Вміст (особисті частини). У центрі моделі знаходиться людина, найважливіший і динамічний елемент системи. Однак ті, хто бере участь у виробничому процесі, пов'язані між собою умовностями та обмеженнями, багато з яких можна передбачити в типовому плануванні. Межі цього блоку складні та невизначені, тому решту системи необхідно акуратно вставляти в нього, щоб уникнути непотрібного навантаження та можливих збоїв у системі.

Для забезпечення сумісності важливо розуміти систему секторів вузлів.

Кілька важливих особливостей:

1) Розмір і форма тіла. При проектуванні будь-якого робочого місця рішення приймаються з самого початку, а дані, необхідні для цього, часто запозичуються з роботи в антропометрії та біомеханіці. А саме: параметри руху різних частин тіла людини, кількісні дані, хоча вони можуть відрізнятися за віком, расою та статтю.

2) Фізіологічні вимоги. Ці дані можна взяти з фізіології та біології: потреби людини в їжі, воді та кисні.

3) Особливості сприйняття інформації. Людина сприймає інформацію про навколишній світ за допомогою сенсорної обробки, яка дає їй змогу реагувати на зовнішні подразники та виконувати бажані завдання. Однак функція всіх відділів мозку може бути порушена з тих чи інших причин, і джерелами інформації про це є фізіологія, психологія та біологія.

Обробка даних. Можливості громади в цій сфері дуже обмежені. Нехтування людськими навичками обробки інформації часто призводить до неефективного проектування систем та інструментів попередження про небезпеку. Фактори, які слід враховувати, включають роботу та довготривалу пам'ять, а також мотивацію та стрес. У цьому випадку джерелом знань є психологія.

4) Люди мають певну реакцію на інформацію, яку вони отримують. М'язи отримують сигнали, коли інформація отримується та обробляється органами почуттів. Важливо мати на увазі необхідні рушійні сили та напрямки руху, які ми знаходимо в біомеханіці, фізіології та психології.

5) Екологічні умови. Температура, тиск, вологість, шум, час доби та світло мають великий вплив на поведінку та самопочуття людини. Зріст, обмежений простір, монотонне або напружене робоче середовище можуть вплинути на продуктивність людини. Ці знання походять із фізіології, біології та психології.

Багато разів, коли ми говоримо про системи взаємодії людини з комп'ютером, виникає питання про зв'язок між цими типами, а саме: при проектуванні крісла, яке враховує особливості людського тіла, показує інформацію, надану користувачем, з упевненістю в продуктивності і обсяг пам'яті, центри керування, які дозволяють переміщатися, кодувати та приймати. Користувачі можуть не помічати збоїв у системі L-N, навіть якщо вони призводять до катастрофи, оскільки люди мають внутрішню здатність адаптуватися до збоїв у системі L-N, але не стирати їх. У цьому випадку ця людська майстерність може бути небезпечною, і авіаконструктори повинні знати про це, оскільки з появою комп'ютерів і сучасних систем автоматизації вирішення проблеми таких інтерфейсів стало пріоритетом в авіації.

**Суб'єкт-об'єкт.** Йдеться про взаємозв'язок людини з нематеріальними компонентами системи, як правила, керівництва та контрольні переліки, символіка і

програмне забезпечення. Проблему сполучення "суб'єкт-процедури" які часто знаходять у звіті про авіаційні події, не дуже легко визначити та тому і вирішити не можливо, (наприклад, неправильне розуміння вимог контрольних переліків або символів або недотримання встановлених процедур).

**Суб'єкт-середовище.** Вперше було встановлено важливість взаємодії людини та навколишнього середовища під час польоту. Спочатку вжиті заходи зводилися переважно до підготовки людей до умов довкілля (шоломи, літаки, кисневі маски, противантажні костюми тощо). Після цього намітилася зворотна тенденція – адаптація довкілля до можливостей людського організму (системи герметизації та кондиціонування повітря, шумоізоляції тощо).

Сьогодні з'явилося щось нове: високі рівні радіації та концентрації озону при висотному польоті, проблеми, пов'язані з порушенням біологічних ритмів і, відповідно, через підвищену швидкість польоту (або змінну роботу над землею або під час польоту) з уривчастим сном або втратою свідомості. технічне обслуговування).

Оскільки багато авіаційних обставин викликані неправильним сприйняттям ситуації і втратою орієнтації, щодо інтерфейсу Навчання-Середовище слід намагатися розпізнавати візуальні помилки, пов'язані з особливостями середовища, наприклад, етапи заходу на посадку та вплив оптичних ілюзії при посадці.

Існує низка політичних та економічних обмежень на експлуатацію авіаційних систем загалом, і ці фактори довкілля також необхідно враховувати при коригуванні характеристик такого зв'язку.

**Суб'єкт – Суб'єкт.** Йдеться про людську взаємодію. Традиційно навчання співробітників та атестація їхньої професійної компетентності здійснювалися в індивідуальному порядку. Якщо кожен член виробничої бригади має відповідну технічну підготовку, передбачається, що вся бригада працюватиме ефективно та результативно. Однак так було не завжди, тому останніми роками все більше уваги приділяється аналізу невдач професійної роботи.

Бортпровідники, техніки з технічного обслуговування та інші фахівці працюють у невеликих групах, тому відносини, що існують у такій групі,

накладають відбиток на їхню поведінку та професійні навички. Досліджуючи ці відносини, звертається особлива увага на питання лідерства, співпраці співробітників, здатності працювати в команді та особистих відносин. Крім того, в рамках даного дослідження інтерфейсу було проаналізовано відносини між командами та менеджерами, а також аспекти корпоративної культури, психологічний клімат у колективі та потреби керівництва, які можуть суттєво вплинути на ефективність роботи співробітників. .

### **1.5 Надійність інспекції виконанні людиною**

Відома фраза «людині властиво помилятися...». На засіданні Королівського аеронавігаційного товариства в 1998 році Девід Фінчер розповів про кваліфікованого авіаційного інженера, який протягом багатьох років працював з багатьма інспекторами в організаціях з технічного обслуговування. Він пояснив, що інспектори, як і всі інші, схильні до помилок і неточностей.

Через відсутність підготовки, досвіду, ресурсів, підтримки та інших причин, які наразі показано в програмі «Людський фактор», вони можуть пропустити будь-яку точку перевірки та не побачити або виявити недоліки. Навіть якщо вони бачать і розуміють недолік, вони можуть помилитися або піддатися впливу, оцінюючи його важливість. У наступних абзацах цього розділу розглядаються деякі ключові людські помилки.

Звичну послідовність задач, реалізованих при ТО ПС, можемо сформулювати наступним чином: ПІДГОТУВАТИ – ЗАБЕЗПЕЧИТИ ДОСТУП – ЗНЯТИ – ПЕРЕВІРИТИ/ОТРЕМОНТУВАТИ/ПЕРЕБРАТИ – ВСТАНОВИТИ – ЗАКРИТИ. Багато досліджень дійшли висновку, що найбільша ймовірність помилок при технічному обслуговуванні виникає етапі установки.

Виявили, що фактори, що впливають на характеристики роботи людини в організації:

- Недостатньо спілкування. Ні до чого не можна ставитись легковажно.
- Пробіли у знаннях. Часте повторення може призвести до помилок у судженнях.

- Самовпевненість. Зі зростанням впевненості зростає і ймовірність помилки.
- Відволікання. Після перерви або перерви співробітники можуть повернутися до роботи, думаючи, що вони роблять більше, ніж насправді.
- Відсутність згуртованості колективу. Це в поєднанні з відсутністю спілкування може призвести до серйозних помилок.
- Втома. Поки не стає надто пізно, людина часто не розуміє, що втомилася.
- Брак ресурсів. Важкі рішення про те, погоджуватися на роботу чи ні, у поєднанні з надмірною самовпевненістю можуть призвести до помилок.
- Відсутність впевненості в собі. У поєднанні зі стресом ймовірність помилки зростає.
- Тиск. Це нормальна частина життя, але стрес сприяє помилкам.
- Брак знань. Коли вони не використовують логіку і не думають про наслідки.
- Традиції чи звичаї. Прийняті колегами «стандарти» не завжди точні.

## **1.6 Потреба у стандартах**

Щоб покращити якість ТО за рахунок зменшення людських помилок, організації та оператори повинні дотримуватись вимог захисту. Стандарти та рекомендована практика (SARPS) вимагають від державних регулюючих органів в авіаційному секторі вжиття відповідних заходів щодо регулювання діяльності. Основна мета цього довідника – надати практичну інформацію та рекомендації керівним органам з розробки та впровадження стандартів зв'язків з громадськістю та навчальних матеріалів відповідно до положень Додатка.

У багатьох країнах авіаційні події чи аварії призвели до нових гуманітарних заходів. У звіті європейського проекту ADAMS представлені такі характеристики галузі технічного обслуговування на момент проведення цього дослідження:

«Організації з технічного обслуговування літаків швидко змінюються. Багато компаній модернізують чи реорганізують внутрішні структури та процеси. Інші звільняють персонал, зливаються з іншими чи поглинаються ними. Багато хто стає незалежними філіями великих організацій, і їхня кількість зростає. ." Технології технічного обслуговування літаків також змінюються з появою нових польотних систем, діагностичного обладнання та інформації. На основі цих змін виникають нові концепції навчання, змінюються технічні системи навчання, і ці зміни здаються обмеженими. Вони відображаються в організації, управлінні та здійсненні технічної діяльності. Зміни багато організацій запровадили, розробили «гуманітарну» програму для організації «людського сектора» і зробили згадані зусилля для підтримки, а ще краще — підвищення планки безпеки, надійності та продуктивності.

Крім того, у звіті щодо проекту ADAMS визначено фактори, що сприяють успішному впровадженню процесів управління персоналом в організації:

- забезпечити всебічну підтримку управління планами державних ресурсів: уникати призначення планів окремим підрозділам, які не враховуються безпосередньо у процесі прийняття рішень;

- не обмежуйтеся однією метою: наприклад, не заціклюйтеся лише на освіті, але й намагайтеся змінювати умови праці відповідно до розвитку системи навчання співробітників;

- ставити чіткі цілі планування робочої сили;

- переконайтеся, що проблема відслідковується з моменту її виникнення до моменту її вирішення;

- ефективна робота та персонал.



## **Висновки до розділу 1**

В якості висновків варто віднести наступне:

1. Людина в авіації є дещо більш вразливою з точки зору можливого негативного впливу її діяльності, але вона також гнучка та організована, що робить її дуже важливою.

2. Системи технічного обслуговування повітряних суден, інструменти та обладнання відіграють важливу роль у безпечній та надійній роботі операцій з технічного обслуговування повітряних суден, а не лише люди.

3. Авіаційні інциденти та інциденти з технічного обслуговування призводять не лише до втрати життя та майна, але й до значних витрат, пов'язаних із затримками або скасуваннями рейсів.

4. Вплив людського фактора в авіаційній промисловості можна зменшити за допомогою достатнього досвіду, ресурсів, навчання та постійної практики.

5. Кожна організація з ТО повинна відповідати стандартам і настановам державних авіаційних органів.

## РОЗДІЛ 2

### ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

#### 2.1 План ремонту і технічного обслуговування та умови до них.

Стандартом підприємства є програма ремонту та технічного обслуговування, що вважається комплексним документом, який визначає порядок виконання робіт і заходів з ремонту та технічного обслуговування, збереження й відновлення льотної придатності парку однотипних повітряних суден експлуатанта. Регулювання організації здійснюється програмою, технічні методи роботи, стратегію та методи технічного обслуговування та ремонту, обов'язки та взаємовідносини підрозділів персоналу, ремонтно-технічних підприємств та інших організацій, які забезпечують підрядників технічно-ремонтним обслуговуванням контрактних парків повітряних суден.

Програма обслуговування та ремонту оператора включає:

- описати організаційну структуру інженерно-авіаційної служб експлуатанта та їх функції;
- умови експлуатації парку оператора;
- характеристика ПС як об'єкта технічної експлуатації;
- плани ремонту та ТО техніки, в яких визначаються: правила призначення та виконання видів і форм технічного обслуговування та ремонту, стратегії та методи, склад і періодичність робіт з технічного обслуговування та ремонту, а також ресурсні можливості та обмеження ПС, авіаційних двигунів і компоненти;
- список мінімально дозволеного спорядження, дозволеного для вильоту;
- опис структури інформаційного забезпечення технічного обслуговування та ремонту авіаційної техніки, який визначає технічне обслуговування, внесення змін і доповнень до нормативно-технічної документації, ресурс ПС, виробництво авіаційної двигунобудівної та комплектуючої продукції, опис виконання ТО, і інструкції щодо льотної придатності;
- опис системи договірних відносин з технічного обслуговування та ремонту та матеріально-технічного забезпечення;

– опис систем, що використовуються для збору, обробки та аналізу даних про несправності літальних апаратів, авіадвигунів та агрегатів, порушення льотної придатності, експлуатаційні перешкоди;

– зміст інформації, якої обмінюються з виробником.

Методика розробляється Авіаційно-технічною службою експлуатанта на підставі єдиних та типових нормативно-технічних документів.

Роботи з технічного обслуговування розрізняються за обсягом, складністю, потрібним часом, частотою, місцем і метою.

У цивільній авіації застосовуються два види технічного обслуговування: основне та спеціальне. Оперативне та регламентно-технічне обслуговування є основними, а сезонні, регламентне обслуговування при зберіганні є спеціальні.

## **2.2 Загальні правила виконання технічного обслуговування**

Обслуговування літака вимагає:

- дотримання експлуатаційних обмежень, викладених у нормативно-технічній документації на ПС, двигуни та комплектуючі;

- своєчасне, ефективне та комплексне виконання робіт з обслуговування під час зберігання;

- при перевірці працездатності систем і обладнання використовувати тільки режими роботи, визначені експлуатаційним документом;

- використовувати під час технічного обслуговування тільки справні засоби керування та наземного обслуговування, пристосування та маркувальні засоби, передбачені експлуатаційною документацією, які пройшли метрологічну перевірку;

- використання паливно-мастильних матеріалів, спеціальних рідин, газів, витратних матеріалів, передбачених для таких ПС;

- з моменту включення інерційної системи до робочого режиму, запобігання зміни положення літака та відключення живлення на стоянці..

– дотримуватися правил контрування, яке забезпечує несанкціоноване відгвинчування та випадання різних частин літального апарату;

– захист літальних апаратів від механічних пошкоджень при пуску та випробуванні двигунів, розбирально-монтажних роботах, буксируванні та завантаженні (розвантаженні), наїзді на перешкоди, впливу навколишнього середовища під час руху в екстремальних погодних умовах;

– містити аварійно-рятувальні засоби у справному стані та готовими до використання за призначенням;

– Включити інерційну систему, щоб увійти в робочий режим, не допустити зміни положення літака та вимкнути живлення на стоянці.

Після завершення робіт на літаку виконавці повинні перевіряти всі деталі, інструменти та інші предмети, щоб не були залишені на місці виконання завдання (відсіки, люки, повітрозабірники, пасажирські салони).

Авіаційний персонал повинен контролювати використання засобів загального наземного обслуговування, не допускати до ремонту спецтехнікою літальних апаратів, не обладнаних засобами заземлення та пожежогасіння, вживати оперативних заходів щодо усунення можливих аварійних служб, пов'язаних із позаштатною роботою наземного обладнання.

Коли літак стоїть на стоянці більше двох годин, а також в умовах дощу, снігу, хуртовини, піщаної бурі тощо, незалежно від тривалості стоянки, системи літака, такі як повітрозабірники, ресивери системи загального тиску та статичного тиску встановлені відповідно до положень експлуатаційної документації. Вони повинні бути червоного кольору і обладнений червоними м'якими колесами, щоб запобігти зльоту з літаків без знятого захисту. На літаках із встановленими червоними (помаранчевими) запобіжниками, запобіжники виготовляються чорного кольору. Захисні пристрої, зняті з ПС під час польоту та технічного обслуговування, зберігаються в місці, захищеному від їх пошкодження та несприятливих погодних умов.

Перенесення продукту з одного повітряного судна на інше має здійснюватися лише за необхідності та слід дотримуватися процедур, зазначених в експлуатаційних документах.

Встановлення на ПС нових комплектуючих, доопрацювання та внесення змін у конструкцію ПС здійснюються згідно з повідомленням розробника (виробника) ПС за погодженням з власником (експлуатантом) ПС.

Встановлення на ПС додаткового (нестандартного) обладнання за документами, погодженими з розробником ПС. Порядок експлуатації додаткового обладнання, встановленого на повітряному судні, визначається експлуатаційною документацією відповідного обладнання та здійснюється фахівцями організації-замовника.

Технічне обслуговування компонентів планера, двигуна та авіаційного обладнання, що входять до функціональної системи повітряного судна, покладається на відповідних спеціалістів інженерно-авіаційних служб. Порядок технічного обслуговування таких систем (складових виробів) фахівцями, обов'язки та відповідальність за технічний стан системи та її елементів визначаються експлуатаційним документом.

Під час проведення демонтажно-монтажних робіт необхідно переконатися, що:

- виключити можливість потрапляння дрібних деталей, пилу, бруду, води та різних частин у і порожнини та роз'єми, що можуть бути відкриті, вироби та труби систем літака, двигунів, авіоніки та радіостанцій;
- зберігати дрібні деталі, що розбираються, у спеціально призначених для цього ящиках (мішках);
- Надійна фіксація, розріз, металізація, герметичність з'єднання;
- перевірити працездатність та правильність роботи встановлених продуктів та систем, на яких вони встановлені;
- Встановлення одноразових деталей (шайби, штифти і т.д.) на літак;
- підтримувати встановлені кольори фарбування та маркування компонентів, труб, шлангів, планерних систем та циліндрів авіаційних двигунів відповідно до вимог національних та галузевих стандартів;
- контроль якості роботи, що виконується працівниками, зазначеними в експлуатаційному документі.

## **2.3 Проблематика гарантування достатнього рівня робіт при технічному обслуговуванні авіаційної техніки**

Ініціювання передових методів діагностики призвело до поділу технічних процесів технічного обслуговування, що призвело до звуження спеціалізації авіаційного персоналу. При цьому, по-перше, зростає вартість засобів контролю та кількість операцій ТС продукту контролю, значно підвищується значущість результатів моніторингу та діагностики ТС об'єкта експлуатації. Крім того, формуються передумови для впровадження прогресивних методів технічного обслуговування, виключення окремих видів технічного обслуговування, за рахунок чого скорочуються простоти технічного обслуговування та підвищується ефективність використання ПС.

При ускладненні бортових систем і автоматизації схем польотів це не тільки полегшує професійну діяльність авіаційного персоналу, але й збільшує вартість відмов авіаційної техніки. З впровадженням нових технологій висуваються нові вимоги до кваліфікації льотного та наземного персоналу. Тому зниження частки авіаційного ризику ще довго буде одним із пріоритетів фахівців з безпеки польотів, зважаючи на психофізіологічні особливості діяльності людини в авіаційній системі.

У другій половині 1980-х років кількість інцидентів технічного обслуговування зростає на 65% у порівнянні з першою половиною 1990-х років. У перші три роки 1990-х років було 25 інцидентів технічного обслуговування. Якщо порівнювати то за перші три роки 80-х їх було сім.

Управління цивільної авіації Сполученого Королівства (UK CAA) публікує список найпоширеніших несправностей технічного обслуговування. Відповідно до цього переліку в порядку важливості їх кількості перераховані наступні основні причини:

- неправильна збірка компонентів і неправильне з'єднання компонентів;
- сторонні предмети, залишені в літаку;
- неправильне мастило;
- незакріплені кришки, оглядові люки, обтічники;

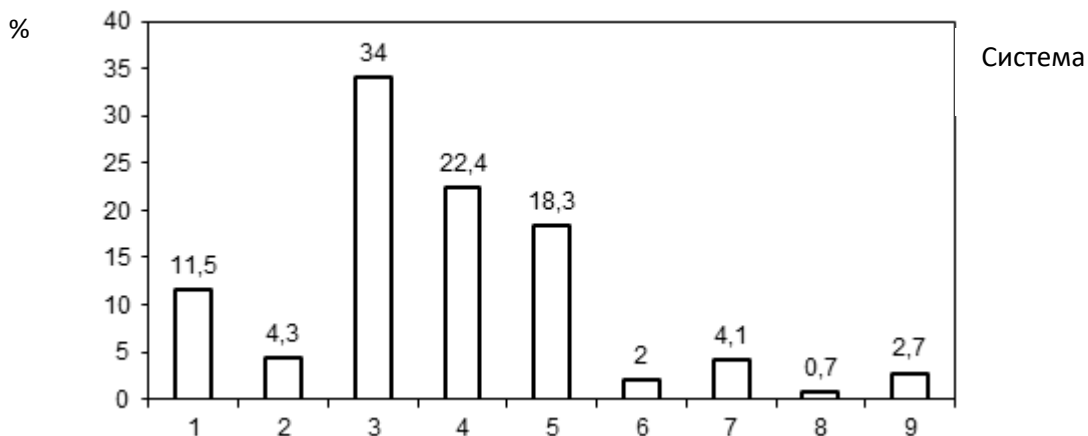
- чек не був видалений перед зльотом, щоб запобігти випадковому прибиранню шасі.

Аналіз 122 задокументованих випадків людської помилки, викликані можливими проявами людського фактору в обладнанні, дозволяє виявити основні типи помилок, які очікуються під час обслуговування.

Таблиця 2.1 - Види помилок при технічному обслуговуванні

Види помилок:	Відсоток, %
- упущення	56
- неправильна установка	30
- використання не тих деталей	0,8
- інші помилки	0,6

На рисунках 2.1 і 2.2 показано розподіл подій за причиною відмови літака Ту-134 через ІАС. Як видно з рисунку 2.1, більшість причин помилок обслуговуючого персоналу пов'язані з дисциплінарними порушеннями – 57,6%; 15,8% - неякісне виконання кріпильних робіт; 13,8% - незадоволення управлінням буксируванням повітряних суден та заходом спецтехніки в повітряні судна; 11,9 % – сторонні предмети, що заважають роботі двигуна тощо. На жаль, велика кількість інцидентів сталася через низький рівень експертної підготовки – 25,9 % (63 % помилок пов'язані з неякісною роботою замінного агрегату; 10,9 % – пов'язані до неякісного



виконання налагоджувальних робіт.

1 - масляна система; 2 - паливна система; 3 - система шасі; 4 - планер; 5 - двигун та його агрегати; 6 - гідросистема; 7 - система реверсу; 8 – система проти замерзання;

9 – АБСУ

Рисунок 2.1 - Розподіл інцидентів за системами літака Ту-134 з вини ІАС



Рисунок 2.2 - Основні причини відмов з вини ІАС

На виникнення аварії також вплинули недоліки в технічній документації, пов'язані з недосконалістю техніки обслуговування та нечіткими описами в контрольній документації.

На основі інформації про помилки ІАС, отриманої зі звітів про розслідування, карт відмов, документів про причини авіаційних пригод та інцидентів, ми



класифікуємо помилки екіпажу відповідно до наступних технічних операцій. (Рисунок 2.5).

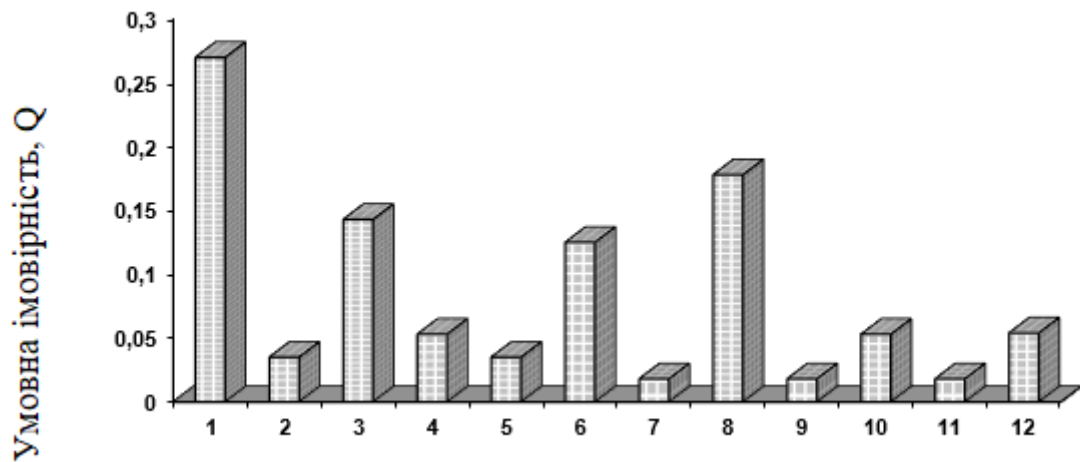


Рисунок 2.3 - Розподіл умовної імовірності в залежності від технологічних помилок виконавців

1- Не виявлення помилки; 2 – потрапляння стороннього предмету; 3 – помилка при встановленні (не встановлено) деталь, вузол, агрегат; 4 - елементи, що не відповідають вимогам; 5 - не проміто агрегат, вузол, деталь; 6 – не дотягнута (перетягнуто) з'єднання; 7 - не закрито з'єднання; 8 - не закриті замки, крани, кришки; 9 - неправильно відрегульовано агрегат; 10 - пошкоджено (зламано) агрегат, вузол, деталь при ТО; 11 – не заправлена система, не змазано агрегат, не перевірено якість ПММ; 12 - не виконано бюлетень, вказівка, інструкція.

Технічні помилки класифікуються на 3 категорії залежно від їх впливу на експлуатаційну надійність технічних систем літака. З представленої схеми (рисунок 3.4) отримано математичний вираз для оцінки надійності систем літака в польоті за якістю виконання робіт з ТО:

$$P(t)_{зс} = [P_c(t) + (1 - P_c(t))P_{он}(P_{ун} + (1 - P_{ун})P_{оо})] [P_{нн} + (1 - P_{нн})P_{оо}] \quad (2.1)$$



Рисунок 2.4 - Схема впливу помилок технічного персоналу на експлуатаційну надійність системи ПС

В таблиці 2.2 надано розподіл умовної імовірності помилки технічного персоналу в залежності від згрупованих видів технологічних операцій по ТО ПС.

Таблиця 2.2 - Розподіл умовної імовірності помилки виконавців за видами технологічних операцій

Вид технологічних операцій ТО	Умовна імовірність помилки виконавців
1. Контроль та діагностування АТ	0,25...0,29
2. Усунення пошкоджень та відмов виробів АТ	0,28...0,34
3. Неякісне ТО АТ	0,38...0,46

Із загального часу, витраченого на технічне обслуговування, приблизно 87% часу припадало на виявлення несправностей в системах, вузлах, деталях та агрегату лише 13% - на усунення несправностей. Згідно з дослідженнями, від 25% до 35% аварій та інцидентів у польотах цивільної авіації спричинені помилками авіаційних служб через низьку якість технічного обслуговування. Відповідно до звіту JAA 2001 року Робочої групи з якості технічного обслуговування, однією з головних причин

зниження рівня безпеки польотів (понад 50% усіх відмов літаків) або як фактор є проблема частки обслуговуючого персоналу через недостатність кваліфікації.

Досі визнавали особливості роботи авіаційних спеціалістів.

Ігнорування потреб технічного персоналу та недостатня увага до створення сприятливих умов для якісного технічного обслуговування, особливо підготовки спеціалістів для підготовки якісного обладнання саме для даного рейсу, призвели до падіння БП.

Авіаційні керівники усвідомлюють зростаючу роль техніків у забезпеченні безпеки польотів і повинні підтримувати високий рівень етики серед техніків і вдосконалювати їхні навички та дисципліну.

Підвищення вимог до якості діяльності придбаного АТ підтверджує акцент на вирішенні проблеми технічного персоналу. Сьогодні вимоги до експлуатаційної якості є такими ж пріоритетними, як і вимоги до якості польотів.

Сьогодні конкурентоспроможність АТ залежить від того, наскільки добре вона адаптується до операцій, насамперед до обслуговування. Спеціальні дослідження проводяться для визначення вимог до систем автоматичної трансмісії з урахуванням деталей технічного обслуговування на основі аналізу людського фактору, включаючи антропометрію.

Це вказує на те, що вплив людини на безпеку польотів у світовій авіаційній науці до кінця не вивчено, і ця сфера потребує особливої уваги.

## **2.4 Процедури та стандарти керівництва надійністю технічного обслуговування авіаційної техніки**

Параметр надійності результату операції  $Y$  набуває стандартного вигляду  $m$  — мірного вектора, що містить три набори відповідних компонентів.

$$(m = m_1 + m_2 + m_3):$$

$$Y^{(m)} = \langle g^{(m_1)}, C^{(m_2)}, T^{(m_3)} \rangle, \quad (2.2)$$

де  $g$  - корисний ефект;

C - витрачні ресурси;

T - час проведення операції.

Остаточно вектор  $Y^{(m)}$  може бути сформований при визначенні цільової функції  $Y_{mp}^{(m)}$ , яка описує бажаний результат функції  $Y_{mp}$ .

Побудова цільової функції дозволяє створити глобальний вектор параметрів:

$$Y^{(m)}_{mp} = \left\langle g^{(m_1)}_{mp}, C^{(m_2)}_{mp}, T^{(m_3)}_{mp} \right\rangle, \quad (2.3)$$

він у широкому значенні визначає діапазон прийняттого значення (кількості чи якості) відносного показника якості  $Y^{(m)}$  фактичного виходу діяльності  $Y$ .

Щоб кількісно визначити відповідність між виходом функції  $Y$  і бажаним  $Y_{mp}$ , використовується формальна функція відповідності:

$$\rho = \rho\left(Y^{(m)}, Y_{mp}^{(m)}\right) \quad (2.4)$$

Крім того, дослідження ефективності використовує функцію тимчасової відповідності, введenu для кожного набору відповідних векторних компонентів  $Y^{(m)}_{mp}$  і  $Y^{(m)}$ , тобто:

$$\rho_{(1)} = \rho_{(1)}\left(g^{(m_1)}, g_{\partial\partial}^{(m_1)}\right) \quad (2.5)$$

$$\rho_{(2)} = \rho_{(2)}\left(C^{(m_2)}, C_{\partial\partial}^{(m_2)}\right) \quad (2.6)$$

$$\rho_{(3)} = \rho_{(3)}\left(T^{(m_3)}, T_{\partial\partial}^{(m_3)}\right) \quad (2.7)$$

або для кожної пари відповідних компонент:

$$\rho_i = \rho_i\left(y_i, y_{mpi}\right), \quad i = \overline{1, m}. \quad (2.8)$$

Показник ефективності  $W$  вводиться формально, як і очікувалося для функції загальної відповідності:

$$W = M\left[\rho\left(Y^{(m)}, Y_{mp}^{(m)}\right)\right], \quad (2.9)$$

Використовуючи очікувану функцію деяких із відповідних функцій  $\rho_{(1)}, \rho_{(2)}, \rho_{(3)}, \rho_{(i)}$ , ми отримуємо часні показники ефективності  $W_{(1)}, W_{(2)}, W_{(3)}, W_{(i)}$ . Тоді індекс продуктивності  $W$  роботи є набором векторних індексів або скалярної годинної продуктивності, а саме

$$\begin{aligned} W &= \langle W_{(1)}, W_{(2)}, W_{(3)} \rangle, \\ W &= \langle W_1, W_2, \dots, W_m \rangle. \end{aligned} \quad (2.10)$$

У випадку фактичний випуск  $Y$  і, отже, показник ефективності  $W$  операції підпорядковується від обраної стратегії  $u \in U$ :

$$\begin{aligned} Y^{(m)}(u) &= \langle g^{(m)}(u), C^{(m)}(u), T^{(m)}(u) \rangle, \\ W(u) &= M\left[\rho\left(Y^{(m)}(u), Y_{mp}^{(m)}\right)\right]. \end{aligned} \quad (2.11)$$

Залежність функціональної метрики  $W(u)$  від обраної стратегії  $u \in U$  та інших важливих факторів, що визначають сукупність функціональних умов, задається у загальному значенні складального уявлення:

$$\Psi: \{H: U \times \Lambda \rightarrow Y^{(m)}\} \rightarrow W, \quad (2.12)$$

де  $H: U \times \Lambda \rightarrow Y^{(m)}$  - отримана модель, що дозволяє розрахувати результати  $Y$  операції для кожної  $u \in U$ ;

$\Lambda$  - Сукупність гарантованих та негарантованих факторів, що становлять умови робочої ситуації.

Більший практичний інтерес представляє вивчення ефективності завдання при її виконанні, що потребує застосування методів математичного моделювання.

Процес формального дослідницької праці можна виразити так:

$$\{X, R\} \times T^{\theta^{(k)}} \Rightarrow \{X^{\Gamma}(k), R^{\Gamma}(k)\} \times T^{\Gamma} \Rightarrow \theta_z^{\Gamma}(k) \Rightarrow \theta_z(k) \Rightarrow \theta^{(k+1)} = \theta^{(k)} \cup \theta_z(k), \quad (2.13)$$

$$k = 0, 1, 2, \dots,$$

де  $\{X, R\}$  – множина елементів  $X$  системи й зв'язків  $R$  поміж ними;

$T$  – множина моментів часу;

$\{X, R\} \times T$  – процес функціонування технічної системи;

$\{X^{\Gamma}(k), R^{\Gamma}(k)\} \times T^{\Gamma}$  – відображення процесу  $\{X, R\} \times T$ , (модель операції);

$\theta^{(k)}$  – інформація про операції на  $k$ -ому ході дослідження;

$\theta_z^{\Gamma}(k)$  – нова інформація, отримана за результатами моделювання;

$\theta_z(k)$  – нові знання про операції, котрі отримані на основі інформації  $\theta_z^{\Gamma}(k)$ .

Наведена модель змістовно розкриває сутність дослідницького завдання, тобто завдання, що базується на правильно прийнятому рішенні - отримати нові знання про предмет дослідження.

При дослідженні надійності ПС воно зводиться до розгляду надійності ПС з урахуванням діяльності обслуговуючого персоналу (ОП).

Якщо ми врахуємо, що ймовірність появи двох чи більше помилок неповаги одночасно є дуже малою, і кожна помилка може статися майже миттєво

Компенсуючи з імовірністю  $P_{o,k}$ , тому ймовірність того, що ЕС працює без дефектів у момент часу  $[t_1, t_1 + \Delta t]$ , буде визначатися виразом:

$$P_o(t_1, \Delta t) = P_{TC}(t_1, \Delta t) \{ P_{OP}(\Delta t) + [1 - P_{OP}(\Delta t)] P_{o,k} \} \quad (2.14)$$

де  $P_{TC}(t_1, \Delta t)$  – імовірність безвідмовної роботи ПС протягом часу  $[t_1, t_1 + \Delta t]$ ;

$P_{OP}(\Delta t)$  – імовірність безвідмовної роботи ОП протягом часу  $\Delta t$  за умови, що ПС працює безвідмовно.

Компенсація помилок – найкращий засіб збільшення надійності ПС. За допомогою цього ймовірність ідеальної праці ПС протягом часу  $[t_1, t_1 + \Delta t]$

$$P_T(t_1, \Delta t) = P_{оп}(t_1, \Delta t) \{ P_{ТС}(\Delta t) + [1 - P_{ТС}(\Delta t)] P_{ТК}(t_1, \delta, t_1 + \Delta t) \}, \quad (2.15)$$

де  $P_{ТК}(t_1, \delta, t_1 + \Delta t)$  – ймовірність того, що працюватиме без збоїв у момент часу  $[t_1, t_1 + \Delta t]$  ПС і компенсуватиме наслідки відмови транспортного засобу, за умови, що несправність виникне та буде компенсована вчасно ( $t_1 < \delta < t_1 + \Delta t$ ).

За умови компенсації як несправності ОП, так й невідповідності ТС ймовірність праці без збоїв ПС протягом часу  $[t_1, t_1 + \Delta t]$  дорівнює:

$$P(t_1, \Delta t) = \{ P_{оп}(\Delta t) + [1 - P_{оп}(\Delta t)] P_{о.к} \} \{ P_{ТС}(t_1, \Delta t) + [1 - P_{ТС}(\Delta t)] P \} \quad (2.16)$$

Для формулювання  $P(t_1, \Delta t)$  рахуючи операції обслуговуючих працівників необхідно:

- розуміння людських помилок, які можуть виникнути під час виконання кожного завдання, задіяного в кадровому процесі;
- розуміти найбільш важливі та часто зустрічаються помилки, які можуть виникнути під час експлуатації ОП такого ПС;
- сформулювати передбачену частоту відмов через людську помилку для даного ПС.

Шанси на досягнення мети в цій ситуації:

$$P(A_{ij}) = 1 - \bar{P}_{оп}(H_{ij}) P(\bar{A}_{ij} / H_{ij}), \quad (2.17)$$

де  $P_{оп}(H_{ij})$  – ймовірність, що при задачі  $j$ -го типу буде відмова  $i$ -го виду;

$P(A_{ij}/H_{ij})$  – ймовірність не отримання робочого досягнення при  $i$ -го виду несправності ОП в процесі  $j$ -ї задачі;

$P(A_{ij})$  – ймовірність не отримання робочих результатів при появі несправності  $i$ -го виду при задачі  $j$ -го типу.

Якщо несправність визнати самостійними, то

$$P(A_j) = \prod_{i=1}^N [1 - \bar{P}_{\text{оп}}(H_{ij})P(\bar{A}_{ij} / H_{ij})], \quad (2.18)$$

де  $P(A_j)$  – ймовірність отримання цілі при розв’язанні задачі  $j$ -го типу при усіх  $N$  типах несправностей ОП.

Якщо несправності – взаємно виключні події, то

$$P(A_j) = 1 - \sum_{i=1}^N \bar{P}_{\text{оп}}(H_{ij})P(\bar{A}_{ij} / H_{ij}), \quad (2.19)$$

Ймовірність отримання робочої цілі в усіх  $n_j$  типах досягнення задач  $j$ -го типу, якщо несправності самостійні, буде

$$P(A_j) = \left\{ \prod_{i=1}^N [1 - \bar{P}_{\text{оп}}(H_{ij})P(\bar{A}_{ij} / H_{ij})] \right\}^{n_j} \quad (2.20)$$

Якщо усі  $m$  типів задач й  $N$  видів помилок незалежні, загальна ймовірність досягнення робочої мети

$$P(A_j) = \prod_{j=1}^m \left\{ \prod_{i=1}^N [1 - \bar{P}_{\text{оп}}(H_{ij})P(\bar{A}_{ij} / H_{ij})] \right\}^{n_j} \quad (2.21)$$

Якщо помилки взаємно виключають одна другу, то

$$P(A_j) = \prod_{j=1}^m \left[ 1 - \sum_{i=1}^N \bar{P}_{\text{оп}}(H_{ij})P(\bar{A}_{ij} / H_{ij}) \right]^{n_j} \quad (2.22)$$

Продуктивність різних технічних систем зазвичай виражається значеннями складових вектора параметрів  $\bar{u} \{U_i\}$ ,  $i = \overline{1, n}$ . Через фіксований час  $T_j$  ( $j$  – номер стану захисту типу зберігання об’єкта) здійснюється моніторинг стану  $\{U_i\}$  і за його результатами згідно з попередньо розробленою системою алгоритму контролю якості .

Ймовірність виконання процесу, визначена відхиленням параметра, є функцією алгоритму контролю якості процесу і може бути виражена як



$$P(y_i \in \{D_{ij}\}, \tau) = \int f_{\langle D_{ij} \rangle} (y, t_2 / y_{0i}, t_1) dy, \quad (2.23)$$

де  $y_{0i}$  - рівень параметру після управління якістю;

$t_1$  - момент управління якістю;

$t_2$  - довільний момент часу;

$$\tau = t_2 - t_1;$$

$T$  - період управління якістю;

$\{D_{ij}\}$  - область знаходження  $i$ -ого параметру.

Зазвичай при вимірі контрольованих параметрів значення часто визначаються похибками, які є суттєвими і викликають значну невизначеність при аналізі технічного стану об'єкта.

Крім того, параметри, що визначають стан та льотно-технічні характеристики літака, часто вимірюються побічно. У цьому випадку похибки виміру можуть мати особливе значення. До речі, наявність помилок виміру може призвести до неправильних рішень про профілактику або ремонтних робіт.

Різні технічні операційні системи можуть бути описані за допомогою математичних моделей, заснованих на напівмарківських процесах із кінцевим (заданим) безліччю станів. У такій моделі нескладно врахувати різні рекомендації щодо надійності систем та компонентів, правила проведення відновлювальних та профілактичних заходів, особливості виникнення відмов. Оскільки втручання технічної системи відбувається у дискретні моменти, моделі можна розглядати лише дискретне управління.

Напівмарківський процес  $\xi(t)$  з кінцевою множиною станів  $E = (e_0, \dots, e_F)$  задається набором монотонних по  $t$ -функцій

$$Q_{ij}(t, x), \quad i, j \in (0, 1 \dots F), \quad (2.24)$$

таких, що  $0 \leq Q_{ij}(t, x) \leq 1$ ,  $Q_{ij}(\infty, x) = p_{ij}(x)$ ;  $\sum_j p_{ij} = 1$ .

Результат  $x_k$  схвалюється при перетворенні процесу в угруповання  $e_k$ . За рахунок керівництва процес виконується функціями

$$\begin{aligned} Q_{ij}(t) &= \int_F Q_{ij}(t, x_i) d\Phi(x_1, \dots, x_F) = \int_X Q_{ij}(t, x_i) d\Phi_i(x_i); \\ P_{ij} &= \int_X P_{ij}(x_i) d\Phi_i(x_i). \end{aligned} \quad (2.25)$$

Якщо в деякий момент  $T$  система переходить у стан  $e_i$ , тобто  $\xi(T) = e_i$ , то вплив управління  $x$  розподіляється відповідно до розподілу  $\Phi_i(x)$ . Обраний  $x$  визначатиме ймовірність перетворення в другий стан  $p_{ij}(x)$  і функцію розподілу  $F_{ij}(t, x)$  перебування в стані  $e_i$  протягом деякого часу  $t$ . Ця функція дорівнює:

$$F_{ij}(t, x) = Q_{ij}(t, x) / p_{ij}(x). \quad (2.26)$$

На вхід функції збереження подається процес  $F(t)$ , який змінює стан системи у вигляді керованого ергодичного марковського процесу. Матриця перетворення ймовірностей  $\{p_{ij}\}$  такої системи формується шляхом множення матриці рішень  $R$  на матрицю перетворення ймовірностей некерованого ланцюга Маркова  $Q$ .

$$P_{ij} = \sum_{s=0}^F q_{is} r_{sj}, \quad i, j = 0 \dots F \quad (2.27)$$

У керованій системі є фіксована ймовірність того, що система знаходиться в будь-якому стані  $i = 0 \dots F$ .

Ймовірність  $\xi(t)$  кожного стану керованій системі задовольняє рівняння системи.

$$\begin{aligned} \pi_j &= \sum_{i=0}^F \pi_i p_{ij}, \quad j = 0 \dots F; \\ \sum_{j=0}^F \pi_j &= 1, \quad \pi_i \geq 0. \end{aligned} \quad (2.28)$$

Математичне очікування виграшу й витрат за один хід становить

$$M_g = \sum_{i=0}^F \sum_{j=0}^F \sum_{s=0}^F \pi_i r_{is} q_{sj} (f_{sj} + h_{sj}) + \sum_{i=0}^F \sum_{s=0}^F \pi_i r_{is} g_{is} \quad (2.29)$$

де I елемент це дохід й витрати на інспекцію, а II – витрати на ТО.

Для полумарківських моделей вираз:

$$\tilde{\rho} = \sum_{i=0}^F g_i \pi_i / \sum_{i=0}^F \tau_i \pi_i \quad (2.30)$$

де  $\pi_i$  – стаціонарні імовірності вкладеного ланцюжку Маркова;

$g_i$  – середній виграш за період перебування системи в стані  $e_i$ .

$$g_i = \int \left[ \int_0^\infty \sum_{j=0}^F G_{ij}(\tau, x) d_T Q_{ij}(\tau, x) \right] d\Phi_i(x), \quad (2.31)$$

де  $\tau_i$  – середній час перебування процесу в стані  $e_i$  до першого виходу з нього,

$$\tau_i = \int \left[ \int_0^\infty \sum_{j=0}^F \tau d_T Q_{ij}(\tau, x) \right] d\Phi_i(x). \quad (2.32)$$

У напівмарківському процесі початкова інформація у вигляді матриці ймовірностей  $P = [P_{ij}]$  і закону розподілу  $F(x)t = [F_{ij}(x)]$  дозволяє розглядати його як випадковий через ймовірність  $P_{ij}$  і через розподіл поведінки випадкових елементів у часі функції, викликані законом  $F_{ij}(x)$ . (під час прийняття рішень, через виробничі помилки тощо). Однак інструменти напівмарківського процесу не дозволяють моделювати виконувати завдання з обмеженою кількістю завдань. Тому вони задовольняють лише потреби системного тестування, але їх основним недоліком є відсутність системної логіки.

Наступні приклади відмов та припинення польотів повітряних суден є реалістичними.

Ми вважаємо, що всі авіаційні частини поділяються на три групи. Імовірність відмови першої групи осередків визначається функцією надійності  $F_1$ . Ці відмови можуть виявлятися у польоті або не виявлятися під час експлуатаційного обслуговування (ОТО). Помилки другої групи (надійність функції  $F_2$ ) були виявлені та усунуті у Ф1. Відмова третьої групи елементів та вузлів (функція надійності  $F_3$ ) ідентифікується програмою Ф2.

$$P_{i2} = \sum_{\nu=0}^{\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2}} \sum_{k=0}^{\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} \bar{F}_3(\nu \Delta t_2 + (k+1)\Delta t_1) [\bar{F}_2(\Delta t_2)]^\nu \bar{F}_2((k+1)\Delta t_1) [\bar{F}_1(\Delta t_1)]^{m_2+k} F_1(\Delta t_1). \quad (2.33)$$

$$P_{i3} = \sum_{\nu=0}^{\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2}} \bar{F}_3[(\nu+1)\Delta t_2] [\bar{F}_2(\Delta t_2)]^\nu [F_1(\Delta t_1)]^{(\nu+1)m_2} F_2(\Delta t_2) + \quad (2.34)$$

$$+ \sum_{\nu=0}^{\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2}} \sum_{k=0}^{\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} \bar{F}_3(\nu \Delta t_2 + (k+1)\Delta t_1) [\bar{F}_2(\Delta t_2)]^\nu \bar{F}_2(k\Delta t_1) [F_1(\Delta t_1)]^{m_2+k} \int_0^{\Delta t_1} F_2(k\Delta t_1 - \Theta) dF_1(\Theta).$$

$$P_{i4} = \sum_{\nu=0}^{\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2}} \bar{F}_1(\nu \Delta t_2) \bar{F}_3(\nu \Delta t_2) \bar{F}_2(\nu \Delta t_2) \int_{t_2^\nu}^{\Delta t_2^{\nu+1}} \bar{F}_1(\Theta) F_3(\nu \Delta t_2 - \Theta) dF_2(\Theta) = \quad (2.35)$$

$$= \sum_{\nu=0}^{\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2}} \bar{F}_3(\nu \Delta t_2) [\bar{F}_2(\Delta t_2)]^\nu [\bar{F}_1(\Delta t_1)]^{m_2} \int_0^{\Delta t_2} \bar{F}_1(\Theta) F_3((\nu+1)\Delta t_2 - \Theta) dF_2(\Theta).$$

Використаємо нуль стан, коли немає відповідного типу збою, і 1, коли збій є, ми отримаємо умовний запис усіх стану літака у трьох активних категоріях:

000 – несправностей нема, ПС готов до експлуатації;

100 – ПС не готовий, несправності є серед агрегатів, які звіряються під час ОТО;

101 – ПС не готовий, несправності є серед агрегатів, які звіряються під час ОТО і Ф2;

111 – ПС не готовий, несправності є в усіх групах елементів.

Перша цифра два показує, що на ПС реалізуються роботи й контрольні операції з ОТО. Стан може бути:

200 – ПС не готовий, але експлуатуватися не може, бо на ньому проводяться роботи;

201 – на ПС в період ОТО знайдено й усунуто несправність, після реалізації дій несправностей немає;

202 – після позбуття несправностей, що були знайдені при ОТО на ПС ще є несправності, які можна знайти тільки за допомогою більш широкої програми.

Також з цифри три починаються стани, коли ПС проходить Ф1 й з цифри чотири – Ф2.

З цифри п'ять розпочинаються стани експлуатування ПС за задачами. В період експлуатації можливі такі події:

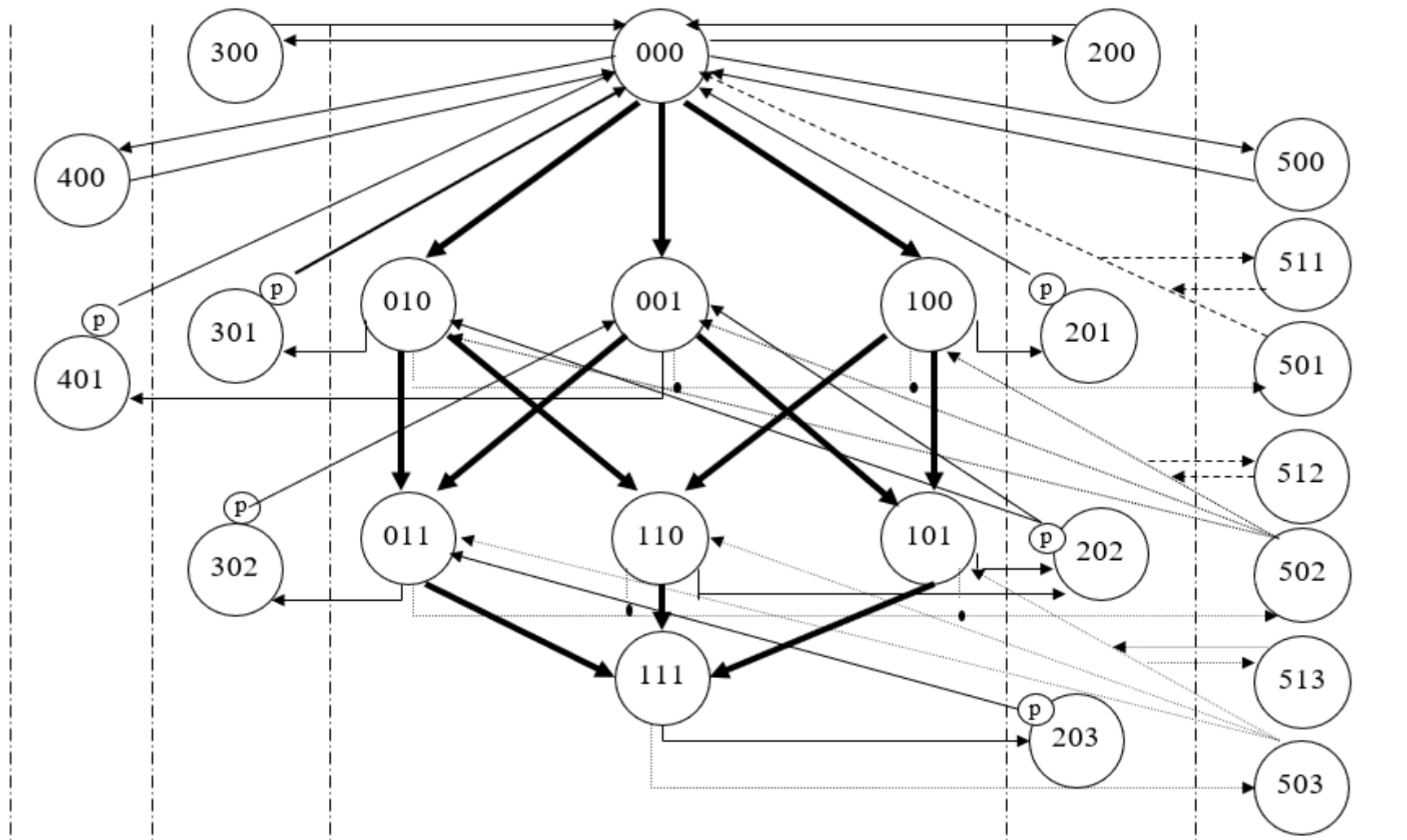
500 – ПС готовий й експлуатується із максимальною ефективністю;

501 – у період польоту було знайдено несправність, позбуття якої призведе ПС у готовий стан;

502, 503 – у польоті знайдено несправність, позбуття якої не призведе ПС у готовий стан;

511, 512, 513 – ПС не готовий, але у період польоту несправності не з'явилися.

Розглядаючи всі перелічені стани, на схемі показаний план, який показує виникнення та усунення помилок під час роботи авіаційного обладнання. (Рисунок 2.5.)



Виявлення відмов		Формування відмов		Проявлення відмов	
Форма 2	Форма 1			ОТО	У польоті

Якщо відмова виникає в момент часу  $\Theta$  відповідно до функції надійності  $F(\Theta)$ , то ймовірність того, що вона відбудеться в польоті в момент часу  $x$ :

$$P(\Theta + \xi < x) = \int_0^x P_3(x - \Theta) dF(\Theta). \quad (2.36)$$

В практичних розрахунках достатньо приймати  $1 - P_3(x - \theta) = e^{-q(x-\theta)}$  тому що відмови проявляються рідко.

Загальні риси технічної системи обладнання та різноманітні природні особливості дозволяють легко використовувати його таким чином, щоб розглянути інтеграцію складних систем з точки зору продуктивності.

У порівнянні з методами, описаними вище, та іншими прикладами, функціональні мережі (ФМ) сьогодні мають більше можливостей для визначення та оцінки процесу роботи ЛМС. Вони є продовженням розвитку формальної мови загального методу побудови (ЗМП).

Формальні операційні процедури в ЗМП описані як тривимірні елементи:

$$\Phi = \langle Snt \Phi, Sem \Phi, Aks \Phi \rangle, \quad (2.37)$$

де  $Snt \Phi = \langle Snt \Phi E, Snt \Phi C \rangle$  - синтаксис різних фрагментів діяльності (функціональних одиниць і структур);

$Sem \Phi = \langle Sem \Phi E, Sem \Phi C \rangle$  - семантика різних фрагментів діяльності;

$Aks \Phi = \langle Aks \Phi E, Aks \Phi C \rangle$  - аксиологія (оцінка) різних фрагментів діяльності (функціональних одиниць і структур).

Імовірно-алгоритмічна складова задається четвіркою множин

$$\langle \bar{U}, \bar{B}, \Omega_1, \Omega_2 \rangle,$$

де  $\bar{U} = (\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}, \dots)$  - множина функціональних одиниць;

$\bar{B} = (\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\gamma}, \dots)$  - множина функціональних логічних одиниць;

$\Omega_1$  і  $\Omega_2$  - множина логічних і функціональних операторних структур.

Ми визначаємо логічні та функціональні одиниці користувача як пари форм:

$$\bar{A} = \langle A, \chi_A \rangle; \quad \bar{\alpha} = \langle \alpha, \chi_\alpha \rangle, \quad (2.38)$$

де  $A(\alpha)$  – оператор (умова);

$\chi_A (\chi_\alpha)$  – кортеж характеристик якості і часу виконання оператору  $A$  (умови  $\alpha$ ).

Логічні і функціональні операторні структури визначимо як пари виду:

$$\bar{A}_1 \bar{A}_2 = \langle A_1 A_2, \chi_{A_1} \chi_{A_2} \rangle; \quad \alpha(\bar{A}_1 \vee \bar{A}_2) = \langle \alpha(A_1 \vee A_2), \chi_\alpha(\chi_{A_1} \vee \chi_{A_2}) \rangle; \quad (2.39)$$

$$\bar{\alpha}\{\bar{A}\} = \langle \alpha\{A\}, \chi_\alpha\{\chi_A\} \rangle; \quad [\bar{A}_1, \bar{A}_2] = \langle [A_1 A_2], [\chi_{A_1}, \chi_{A_2}] \rangle; \quad (2.40)$$

$$\bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}_2 = \langle \alpha_1 \alpha_2, \chi_{\alpha_1} \chi_{\alpha_2} \rangle; \quad \bar{\alpha}_1 \vee \bar{\alpha}_2 = \langle \alpha_1 \vee \alpha_2, \chi_{\alpha_1} \vee \chi_{\alpha_2} \rangle; \quad (2.41)$$

$$\tilde{\alpha} = \langle \bar{\alpha}, \chi_{\bar{\alpha}} \rangle; \quad \tilde{\beta} = \tilde{A} \tilde{\alpha} = \langle A \alpha, \chi_A, \chi_\alpha \rangle, \quad (2.42)$$

де ліва частина – функція, що визначає множини  $\Omega_1$  та  $\Omega_2$ , а права – відповідний алгоритм обчислення якості властивостей кортежу та вартості виконання оператора введення та умови.

Крім того, формальні процедури аналізу та синтезу на основі граматики можуть бути формалізовані:

$$\Phi = \langle V_m, V_n, S, \Pi_1 \cup \Pi_2 \cup \Pi_3 \rangle, \quad (2.43)$$

де  $V_m = \bar{U} \cup \bar{B}$  – множина базових елементів;

$V_n = \Omega_1 \cup \Omega_2$  – множина синтаксичних правил;

$S$  – аксіома (алгоритмічний опис вихідного варіанту трудового процесу);

$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$  – множини укрупнюючі та покращуючі підстановок.

Завдання аналізу надійності розв'язується за допомогою переходу від алгоритмічного опису кадрової системи до відповідного опису ймовірності.

Логічні функціональні структури (множина  $\Omega_1$ ):

$$\alpha = \alpha_1 \alpha_2 \Rightarrow P_\alpha = P_{\alpha_1} P_{\alpha_2}; \quad K_\alpha^1 = K_{\alpha_1}^1 K_{\alpha_2}^1;$$

$$\beta = \alpha_1 \vee \alpha_2 \Rightarrow P_\beta = P_{\alpha_1} + P_{\alpha_2} - P_{\alpha_1} P_{\alpha_2}; \quad K_\beta^1 = K_{\alpha_1}^1 + K_{\alpha_2}^1 - K_{\alpha_1}^1 K_{\alpha_2}^1;$$

$$\gamma = \bar{\alpha} \Rightarrow P_\gamma = I - P_\alpha; \quad K_\gamma^1 = K_\alpha^0;$$

$$\eta = A \alpha \Rightarrow K_\eta^1 = K_\alpha^1.$$



Операторні функціональні структури (множина  $\Omega_2$ ):

$$\begin{aligned}
 B = A_1 A_2 &\Rightarrow P_B = P_{A_1} P_{A_2}; \quad C_B = C_{A_1} + C_{A_2}; \\
 C = {}_{\alpha}(A_1 \vee A_2) &\Rightarrow P_C = P_{\alpha} (K_{\alpha}^1 P_{A_1} + K_{\alpha}^0 P_{A_2}); \quad C_C = C_{\alpha} + (1-b)C_{A_1} + bC_{A_2}; \\
 D = {}_{\alpha}\{A\} &\Rightarrow P_D = P_{\alpha} (I - K_{\alpha}^0 P_{\alpha})^{-1} K_{\alpha}^1; \quad C_D = C_{\alpha} + b \frac{C_{\alpha} + C_A}{1-b}; \\
 G = [A_1 A_2] &\Rightarrow P_G = P_{A_1} P_{A_2}; \quad C_G = (C_{A_1} + C_{A_2}) \text{ або } \max(C_{A_1}, C_{A_2}),
 \end{aligned}$$

де  $b$  – ймовірність, що вирішується за допомогою матриць  $P_{\alpha}$ ,  $K_{\alpha}^1$  і  $K_{\alpha}^0$ .

Зазначимо, що на відміну від відомих моделей оцінки якості алгоритмічного процесу, ці правила можуть реагувати одночасно на різні типи дефектів, що призводить до необхідності враховувати наступні особливості ПФ ЛМС: а) призначення ЛМС; Б) Різноманітність факторів, які складають кожну технічну роботу (люди та використовувані методи); в) наявність збоїв у роботі ПФ ЛМС через збої людини та помилки в роботі технічного обладнання; відповідне планування навіть індивідуальної поведінки; д) можливість виявити, що люди роблять, коли обставини змінюються (нестача часу, емоційний стан тощо); е) відбуваються зміни в особливостях поведінки людини (зміна витрат часу, втома і т.д.).

## **Висновки до розділу 2**

1. Відповідно, для авіаційних виробів, що працюють за режимом відмови, найбільш ефективним є план ТО, сформульований за режимом відмови, у разі ремонту - план роботи та технічні умови.

2. Розглянуто методи та форми регулярного ТО, а також загальні правила ТО.

3. Контроль якості ТО АТ в межах кожної функціональної структури включатиме планування, організацію, нагляд, оцінку та контроль усіх аспектів обраного процесу такої діяльності.

4. При ускладненні бортових систем та автоматизації систем польоту суттєво поліпшує діяльність авіаційного персоналу, але й збільшує вартість похибок авіаційних фахівців.

5. Технічні помилки класифікуються на три категорії відповідно до їх впливу на експлуатаційну надійність технологічної системи ПС.

Методи, розроблені на основі теорії функціональних конструктів, надають більше можливостей для вимірювання змін у поведінкових характеристиках людини; коригування поведінки при зміні умов середовища; змінити цілі з деяких цілей, які вони поставили, і деяких, які не задані жодним із вищезазначених способів вимірювальної машини.

## **РОЗДІЛ 3**

### **ФОРМУВАННЯ МОДЕЛЕЙ СТАНДАРТНИХ РОБІТ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОГО СКЛАДУ ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

#### **3.1 Розбір показників під час технічного обслуговування інженерно-технічного складу**

Найкращим предметним змістом функції ІТС є здійснення контрольних заходів ЦА з планування, організації та технічного забезпечення роботи АТ, розрахунку та планування запасних частин, інструментів і груп, розрахунку необхідного складу та кількості технічного обслуговування, процес збору та обробки даних якості. Вирішувати інші організаційно-технічні питання, пов'язані з технологією АТ.

Обов'язки авіаційного персоналу має багато специфічних особливостей у зв'язку з різними важливими завданнями, різними типами літаків, різним технічним обладнанням, нерівномірним прийомом заявок на технічне обслуговування і т.д.

Результатом помилки персоналу ІАС є вихід з ладу льотного обладнання через повне невиконання процедур ТО та неякісне усунення виявлених недоліків.

Аналіз помилок льотного екіпажу та розробка рекомендацій, які допомагають забезпечити якість технічного обслуговування ПС, є важливою частиною зусиль щодо підтримки льотної придатності та підтримки надійності, необхідної для складних систем керування польотом.

#### **3.2. Категорії обов'язків інженерно-технічного складу**

Аналізуючи матеріали оцінювання для всіх рівнів інженерно-технічного персоналу, було визначено кілька ключових можливостей, характерних для ІАС, зокрема:

- планування інженерних робіт та авіаційного обслуговування;
- організацію роботи АТ та оперативний контроль, який воно здійснює;
- контролювати та аналізувати виконання планів, робіт, вказівок і наказів;
- забезпечити АТ необхідними частинами та майном;

- надання обладнання та завантаження літаків відповідно до виконуваних завдань;

- організація заходів щодо забезпечення надійної роботи авіаційної техніки та безпеки польотів;

- контролювати стан активного обладнання, виявляти та усувати його несправності;

- розстановка робітників та організація технічного навчання та ін.

З урахуванням цих завдань та необхідної швидкості їх виконання, обсягу оброблюваної інформації, трудовитрат на підготовку вирішувалися такі завдання:

1. Звітність про існування та стан АТ та порядок його утримання та ремонту.

2. Розрахунок собівартості та залишкового доходу, планування процесу різного обслуговування авіаційної техніки.

3. Контроль технічного обслуговування повітряного обладнання.

4. Відповідає за виконання інструкцій та розпоряджень АТ.

5. Наявність та управління потоками рідкісної авіаційної техніки, включаючи фінансування запасних частин.

6. Збирати та зберігати інформацію про несправності авіаційного обладнання та аналіз надійності авіаційного обладнання.

7. Керівництво ходом розвитку та відновлювальних робіт.

8. Оцінка технічного стану двигунів, агрегатів і систем на підставі прогнозів змін активних опцій виробу АТ.

9. Слідкування за новітніми технологіями та випробовування продуктів АТ та усунення несправностей.

10. Здійснювати підбір кадрів ІАС з урахуванням рівня підготовки фахівців.

11. Аналіз якості та продуктивності авіатехнічних послуг, часу технічного обслуговування літака та трудових витрат.

Усі види діяльності можна поділити, які будуть включати: інформаційну діяльність, діяльність з планування роботи, діяльність, пов'язану з плануванням діяльності ІАС, завдання, пов'язані з виконанням обсягу робіт з технічного обслуговування та впровадження контролю якості.

У міру вирішення інформаційних питань детально звітуються витрати на технічне обслуговування, контролюється час простою ПС, ведеться детальна інвентаризація технічного обладнання та інвентарю. Розрахунок звітів про роботу складних технічних систем дає можливість планувати роботу з їх обслуговування. Важливим завданням є збір, узагальнення та аналіз інформації щодо надійності технічних систем, якості технічного обслуговування та заходів щодо підтримки придатності літака.

Розрахунок звітів про несправності, виявлені під час управлінської діяльності, може забезпечити найосновніше вирішення проблем надійності та мету збору початкових даних для аналізу угод надійності та якості.

Наступну велику групу складають завдання диспетчерського типу, які дають можливість створювати технічні плани ремонтно-технічних робіт і контролювати хід їх виконання. Обробка результатів, зібраних під час процесу розв'язання, дозволяє об'єктивно проаналізувати якість технічного обслуговування та витрати праці на виконання різних типів операцій.

Пошук відповідних технічних процедур включає діяльність з планування технічного обслуговування повітряного судна та обладнання повітряного судна для виконання польотів; координація систем передачі органів; спосіб оцінки технічного складу цілі використання, планування регламентних робіт і виконання в організаціях по ТО.

Залежно від рівня ієрархії та виду виконуваної роботи склад ІАС можна розділити на категорії: керівники, організатори, продюсери, контролер, диспетчери.

Менеджер - це особа, яка керує різними експлуатаційними службами та відділами в організації з обслуговування АТ.

Коли менеджери приймають рішення, вони повинні поєднувати власні навички, форми, методи та практики з потребами групи та цілеспрямованим розвитком. Форма і методи роботи оператора-менеджера залежать від структури підприємства, хоча в основному вони поширені.

Менеджери повинні повністю враховувати конкретну ситуацію, що розвивається, а також різні набори факторів, які представляють роботу команди.

Відсутність стандартної ситуації вимагає ретельного аналізу ситуації та розробки індивідуальних рішень. Підсумовуючи, неможливо скласти повний алгоритм діяльності менеджера, але його можна досить приблизно описати набором рекомендацій. Зважаючи на те, що помилки менеджерів можуть призвести до величезних збитків, найбільша складність і відповідальність у роботі менеджера – це приймати правильні рішення.

Організатор — майстри, бригадири, начальники змін, цехів.

Організатор – фахівець, який планує робочі завдання та керує серією завдань з підготовки енергетичної системи (ЕС) до виконання робочих завдань, у тому числі приведення ЕК в організований та працездатний стан;

Особливістю діяльності організатора є зміщення акцентів на оцінку інформації. У спонсора є кілька варіантів, один з яких залежить від досвіду роботи. Найважливішою рисою організатора є вміння об'єктивно приймати рішення з урахуванням усіх факторів, що впливають на якість обслуговування.

Керівник — це авіаційний експерт, який виконує функції технічного обслуговування та відновлення продукції АТ і використовує різні технічні засоби як робочі процедури для виконання стандартизованих операцій. Оператор переходить безпосередньо в процес і чітко керується діями, визначеними інструкціями, які зазвичай містять повний набір умов. Ключовою особливістю операційної діяльності є своєчасне визначення загальних наборів рішень і вибір правильних рішень.

Сучасні системи АТ обслуговуються командою операторів, діяльність яких координується мовниками.

Вантажовідправник, який бере безпосередню участь у технічному процесі обслуговування АТ, в обов'язки якого входить управління технічними процедурами та експертами, які гарантують якість процесу та його виконання.

Контролери - це експерти, які не беруть безпосередньої участі у виробничих і технологічних процесах, але контролюють продукти праці на відповідність встановленим стандартам, включаючи перевірку надійності АТ і забезпечення безпомилкових проміжних операцій.

Роль персоналу ЕС з точки зору завдань, які вони виконують, може бути

різною: від однієї (наприклад, лише планувати або лише готувати чи лише виконувати) до будь-якої комбінації цих завдань (планувати — підготовка — виконувати — контролювати).

Таким чином, роль льотного фахівця в розглянутій енергетичній системі є центральною, а для більш повного аналізу була б складність всієї якості людини: маневреності, стійкості, безпомилковості, точності та своєчасності виконання роботи, врахування впливу зовнішніх факторів, що впливають на якість ремонтних робіт.

### **3.3 Вибір формату та визначення продуктивності функцій інженерно-технічного персоналу**

#### **3.3.1 Формат перевірки технічного стану авіаційної техніки**

Набір контрольних-вимірних і розумових функцій, за допомогою оцінки сучасного стану продукції АТ, визначається базова структура контролю та оцінки системи та всієї ПС.

Складна система моніторингу та оцінки продуктів АТ поєднує в собі збір інформації, візуалізацію інформації та прийняття рішень. Як правило, ці процеси призводять до дій, пов'язаних з локальними дефектами і проведенням корекційно-відновлювальних робіт.

Серед багатьох моделей для опису цього конкретного виду людської діяльності найбільш поширеними є моделі, засновані на математичній теорії ігор, побудові та аналізі причинно-наслідкових графіків або використанні дерев діагностики (ДОС).

У реальних умовах експлуатації процес виявлення несправності частково запрограмований. Фактичний процес складається з двох підпроцесів: досягнення певного рівня ДОС і вибір факторів, які призводять до збою на цьому рівні. Ці дві можливі підсистеми, і чим поганіше навчений оператор і чим коротше його або її завдання, тим більше випадковий вибір причин відсутній і тим менш універсальний вибір причини, який лежить ближче до коріння ДОС.

Вихід користувача представлений стохастичним ланцюжком на певному рівні ДОС у записах матриці у вигляді:

$$[p_1(t) \dots p_i(t) \dots p_n(t)] = [p_1(t-1) \dots p_i(t-1) \dots] \quad (3.1)$$

де  $p_i(t)$  – імовірність виходу на рівень  $i$  для дискретного моменту часу  $t$ ;

$p_i(t-1)$  – теж саме для моменту  $t-1$ ;

$p_{ij}(t-1)$  – імовірність переходу з рівня  $i$  на рівень  $j$  для моменту  $t-1$ .

Рівняння можна представити у вигляді

$$\bar{P}(t) = \bar{P}(t-1)[Q(t-1)] \quad (3.2)$$

де  $\bar{P}(t)$  і  $\bar{P}(t-1)$  – для моментів  $t$  і  $t-1$  вектори ймовірності ступенів;

$[Q(t-1)]$  – матриці переходу нестационарна.

Початковий вектор  $\bar{P}(0)$  і матриця  $[Q(0)]$  мають взаємозв'язок від ступеню готовності оператора. Перемінення ймовірностей матриці переходу  $[Q(t-1)]$  реалізується на відповідному темпі й загалом залежить від факторів, як кількість переходів з одного рівня на інший, вплив успіху однорівневої переоцінки даних і стрес оператора.

Обрати перший контрольний список, пов'язаний із цією функцією  $\Theta_k^i$ , реалізується за допомогою доречності  $\Theta_k^i \rightarrow W_k^i$ , де  $W_k^i \in W$ , а  $W$  – усі відповідні методи оцінки стану даної технології та рівня техніки.

За головну дискретність розподілу ймовірностей  $p(W_k^i)$  ( $k = 1, 2, \dots, d_i$ ) у вихідній множині  $W_k^i$ , прилад повинен бути точний. Розподіл  $p(W_k^i)$  показує отриманий досвід оператора. Існує також значна можливість вибору між методами керування, які часто використовуються оператором у складній ситуації.

Реалізується на основі інтерпретації та переоцінки даних, отриманих з приладу дискретного розподілу апіорного ймовірностей  $p(i_k)$  та розподілів умовних  $p(z_j/i_k)$ , де  $z_j$  - показчик  $j$ -го приладу, за яким наглядається. При комплексному нагляді байєсовські оцінки об'єднуються:

$$p\left(\frac{\Theta_i}{Z^0}\right) = \frac{\prod_{j=1}^h p\left(\frac{\Theta_i}{z_j^0}\right)}{\prod_{j=1}^h p\left(\frac{\Theta_i}{z_j^0}\right) + \alpha \prod_{j=1}^h p\left(\frac{\bar{\Theta}_i}{z_j^0}\right)}, \quad (3.3)$$

$$\alpha = \frac{p(\Theta_i)^{n-1}}{p(\bar{\Theta}_i)^{n-1}};$$



де  $Z^0 = (z^0_1, z^0_2 \dots z^0_b)$  - вектор нагляду.

За результатами контролю об'єкт експлуатації може бути віднесеним до категорії працездатного чи непрацездатного (рисунок 4.1).

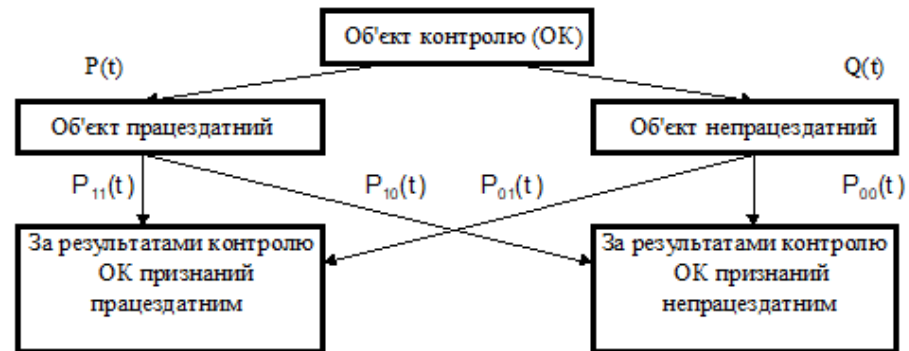


Рисунок 3.1- Схема обліку контрольних операцій за параметрами якості технічного обслуговування

Умовна ймовірна помилка результату рішення у випадку об'єкта, яка називається помилкою  $\alpha(t)$  (помилка I-ого роду) і невиявленої сторони  $\beta(t)$  (помилка II-ого роду), є сумою постійних часу й дорівнюють:

$$\alpha(t) = \frac{P_{10}(t)}{P(t)}; \quad \beta(t) = \frac{P_{01}(t)}{1 - P(t)},$$

тоді імовірнісні переходи дорівнюють:

$$P_{11}(t) = P(t)[1 - \alpha(t)];$$

$$P_{10}(t) = P(t)\alpha(t);$$

$$P_{01}(t) = [1 - P(t)]\beta(t);$$

$$P_{00}(t) = [1 - P(t)][1 - \beta(t)].$$

Вірогідність прийняття за результатами контролю стану працездатності  $P_K(t)$  і непрацездатності  $Q_K(t)$  визначається виразами:

$$P_K(t) = \frac{P(t)[1 - \alpha(t)]}{P(t)[1 - \alpha(t)] + Q(t)\beta(t)}; \quad (3.4)$$

$$Q_K(t) = \frac{Q(t)[1 - \beta(t)]}{Q(t)[1 - \beta(t)] + P(t)\alpha(t)}; \quad (3.5)$$

Отже, тіж самі показники ймовірності спостереження можуть бути отримані як зі низькою помарок першого та другого роду та збільшення безпечності виробів

АТ ( $P(t)$ ). Характер зміни вірогідності контролю від безпечності виробів АТ і параметру  $C_K$  показано на рисунку 3.2,

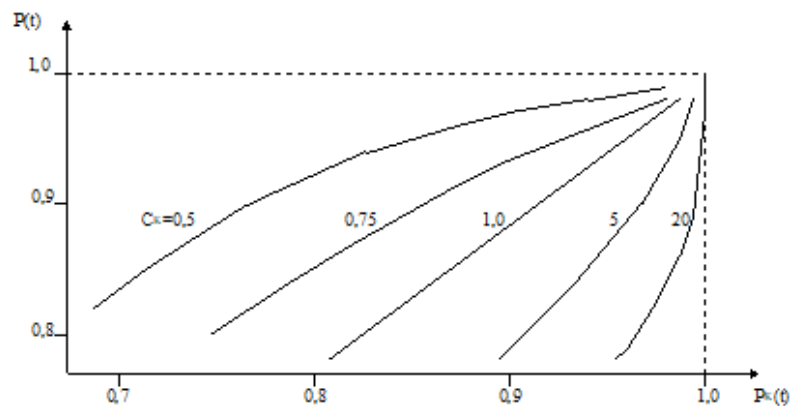


Рисунок 3.2 - Залежність вірогідності контролю від надійності виробу та параметру  $C_K$ .

де

$$C_K = \frac{1 - \alpha(t)}{\beta(t)}. \quad (3.6)$$

Отже, якість технічного обслуговування продукції АТ залежить від ефективності використання контрольно-діагностичних засобів, включаючи цілісність засобів контролю та методологічну ймовірність виявлення відмов, ймовірність засобів контролю та серйозність відмов продукції, включаючи закономірності. Контроль якості та його здійснення.

Удосконалюючи організацію і технологію обслуговування, можна забезпечити різний час перебування продукту в різних станах і, таким чином, досягти різних значень імовірностей  $P_{00}$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{01}$ ,  $P_{11}$ , які є даними якості ремонту прибору АТ.

### 3.3.2 Формат функцій диспетчера як організатора

Рівень функцій диспетчера ґрунтується від об'єму керуючої інформації, що опрацьовується диспетчером, яка є експоненціальною функцією, що представляє систему навчання

$$Q(t) = Q_{\max} (1 - W_0 e^{-t/t_0}),$$

$$W_0 = (Q_{\max} - Q_0) / Q_{\max} ; t_0, \quad (3.7)$$

де  $Q(t)$  - коефіцієнт, що характеризує здатність оператора до навчання;

$Q_0$  – вихідне значення показника  $Q(t)$ ;

$W_0$  - вихідна неупорядкованість діяльності оператора.

Для практичних цілей зручніша така форма запису виразу:

$$Q(n) = Q_{\max} (1 - W_0 e^{-n/n_0}) \quad (3.8)$$

де  $n$  – кількість тренувань;

$n_0$  – кількість тренувань, що показує можливість виконавця до початку навчання.

Формат процесів набуття та втрати навичок, які були емпірично перевірені, також становлять інтерес. У цьому форматі як показники досягнення будь-якої навички використовуються точність і тривалість дій, які виконує оператор. Математично ці показники визначаються рівняннями

$$K(n) = K_0 f(n), \quad (3.9)$$

$$\tau(n) = \tau_{\min} + \varphi(n), \quad (3.10)$$

де  $K(n)$  – кількість помилок, допущених екпертом під час підрахунку завдань, наданих на  $n$ -му навчальному занятті;

$K_0$  - кількість помилок, допущених екпертом при виконанні заданого обсягу робіт від початку навчання;

$f(n)$  – функція убуття, що являє собою зменшення кількості помилок в  $n$ -му циклі в процесі навчання;

$\tau(n)$  - час, який витрачає екперт на виконання певного об'єму праці в  $n$ -му циклі навчання;

$\tau_{\min}$  – мінімальний час, який витрачає експерт на виконання певного об'єму робіт;

$\varphi(n)$  – функція убування, яка характеризує зменшення тривалості виконання певного об'єму робіт в процесі навчання.

Попередньо набуті навички не тривають вічно. Довгі перерви в роботі можуть призвести до втрати, особливо сенсорних навичок, які менш стабільні ніж рухові.

Зміна рівня навченості  $J$  при здійсненні навчання на протязі часу  $dt$  пропорційна різниці між досягнутим і межевим показниками ступеню навченості

$$\frac{dJ}{dt} = c(J_{\text{мжс}} - J), \quad (3.11)$$

де  $J_{\text{мжс}}$  – межеве показник ступеню навченості;

$c$  - коефіцієнт пропорційності, який показую процедуру навчання.

Рішення даного рівняння при  $t = 0, J = J_0$  має вигляд

$$\begin{aligned} J(t) &= J_0 \exp(-ct) + [1 - \exp(-ct)]J_{\text{мжс}}, \\ \text{або} \quad J(t) &= J_0 q^t + (1 - q^t)J_{\text{мжс}} \end{aligned} \quad (3.12)$$

де  $J_0$  – відправний показник ступеню навченості;

$q = \exp(-c)$  – показник ефективності навчання.

Можемо бачити на малюнку 3.3, перерви в праці призводять рівень освіти знижується, яке відновлення відбувається за експоненційним законом, при цьому репродуктивні періоди безпосередньо залежать від тривалості перерв у навчанні.

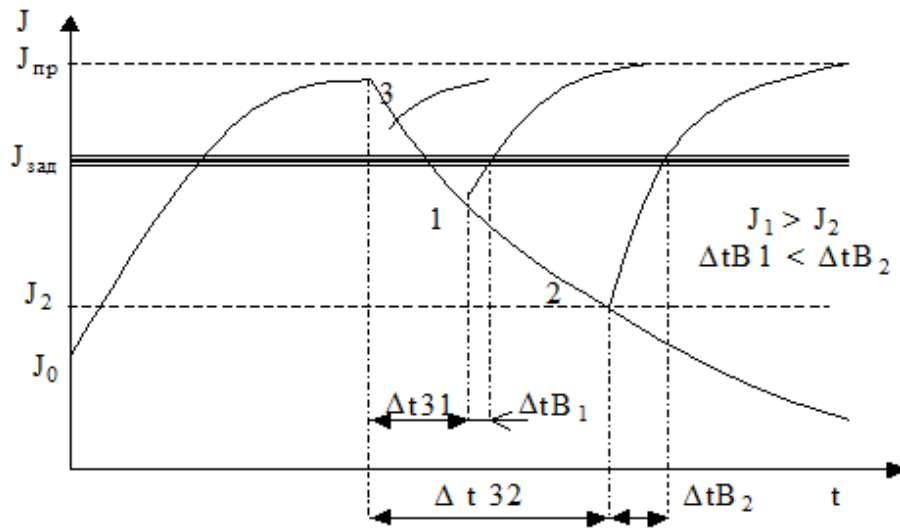


Рисунок 3.3 - Залежність рівня навченості спеціаліста від часу навчання при існуванні перерви у підготовці.

Моделювання процесу отримання та втрати навичок, які дозволено набути закони поділу часу  $t_d$  і  $t_y$  здобуток найменш допустимого ступеню навченості у період отримання й втрати навичок відповідно й часу  $t_{\max 0}$  досягнення максимального рівня навченості.

Аналізуючи вихідних показників можливо бачити, що величини  $t_d$ ,  $t_y$ ,  $t_{\max 0}$  слідує  $\alpha$ -розподілу, що можна пояснити наступним чином

$$f(t_d) = \frac{37,6}{t_d^2} e^{-0,5(94/t_d - 5,87)^2}; \quad \chi^2 = 9,98 \text{ у } p = 0,27;$$

$$f(t_y) = \frac{23,6}{(t_y)^2} e^{-0,5(59/t_y - 4,51)^2}; \quad \chi^2 = 9,87 \text{ у } p = 0,19;$$

$$f(t_{\max 0}) = \frac{138}{t_{\max 0}^2} e^{-0,5(348/t_{\max 0} - 6,36)^2}; \quad \chi^2 = 6,89 \text{ у } p = 0,44$$

Математичні моделі процесу набуття навичок і врахованих втрат можуть використовуватися як головний критерій для прогнозування якості праці диспетчера.

### 3.3.3 Аналіз кваліфікаційних навичок виконавця

Будь-яке людське завдання в людино-техніка (ЛТ) системі можна звести до чотирьох послідовних кроків:

I - виявленню, концепції й розшифровці інформації;

II - огляд інформації та вибір наборів інформаційних ознак;

III - створення концептуальної моделі дій та рішень;

IV - фактичне виконання рішення.

Для тих, хто виконує завдання виконавців і забезпечує технічне обслуговування ПС, перший етап роботи зводиться до оцінки інформації, яка відображає технічний стан керованих систем, та інформації, отриманої від вихідного обладнання ПС. Контрольно-вимірювальне обладнання, тобто оцінює набір значень продуктивності для кожного набору параметрів ( $i = 1, 2, \dots, k$ ), перевіряє, чи виконується логічна залежність.

$$B(t_{np}) = \{B_1(t_{np}) \wedge \dots \wedge B_k(t_{np})\};$$
$$B(t_{np}) = \begin{cases} 1 & \text{при } \delta_i \leq \delta_{i\text{дон}}; \\ 0 & \text{при } \delta_i > \delta_{i\text{дон}}. \end{cases} \quad (3.13)$$

При цьому вважається, що система активна під час перевірки  $t_{np}$ , як ніби комбінація всіх активних функцій  $B_i(t_{np})$  за усіма  $k$ , які встановлюють параметри рівними 1, є неактивною, якщо  $B(t_{np}) = 0$ .

На даній фазі призначення людини супроводжується до того, щоб переконатися, що «система працює» або «система не здатна».

Другий етап у роботі експерта можна зрозуміти лише тоді, коли з'явиться другий варіант першого етапу, в якому констатується факт «збиття системи», тобто при  $B(t_{np}) = 0$ . У цьому варіанті роль людини зводиться до аналізу додаткової інформації, отриманої від пристроїв виведення засобів контролю та перевірки, що дозволяє визначити причину та місце втрати операційної системи, яку необхідно перевірити.

Пошук у наборі можливих змінних відповідно до прийнятної глибини контролю політики  $\{P_{\pi_i}(X_{i+1}/X_i)\}$ , які залежать від перевірок  $\pi_i \in \pi$ , де  $P_{\pi_i}(X_{i+1}/X_i)$  –

імовірність знаходження факту перетворення проаналізувавши системи зі стану  $X_i$  в  $X_{i+1}$  при використанні вирішуючої функції  $\pi_i$ , яка входить до сукупності відомих перевірок  $\pi$ .

При існуванні АСК, спеціалістом реалізується сукупність операцій

$$\{x_{ак}^1 \equiv (x_{ак}^1)_{дон}; x_{ак}^2 \equiv (x_{ак}^2)_{дон}; \dots x_{ак}^m \equiv (x_{ак}^m)_{дон}\} \quad (3.14)$$

а саме становлено тотожності  $(x_{ак}^j)$ . фактичних значень параметрів, що характеризують працездатність засобів автоматичного контролю та діагностики, що відповідають їх допустимим значенням  $(x_{ак}^j)$ .

Зазвичай завдання II рівня вирішуються однією людиною у визначеному порядку:

- відповідно до порядку отримання інформації використовуйте залежності для збору та аналізу уявлень.

$$V_{y_1, \dots, y_{k-1}}(k) = \frac{1}{t_k} \sum_{y_k} P_{y_1, \dots, y_{k-1}}(y_k) \left[ \sum_{\mu} \{P_{y_1, \dots, y_k}(\mu)\} \log_2 \{P_{y_1, \dots, y_k}(\mu)\} - \sum_{\mu} \{P_{y_1, \dots, y_{k-1}}(\mu)\} \log_2 \{P_{y_1, \dots, y_{k-1}}(\mu)\} \right] \quad (3.14),$$

інформація накопичується й упорядковується у відповідності із виразом

$$\{P_{y_1, \dots, y_k}(\mu)\} = \frac{\{P_{y_1, \dots, y_{k-1}}(\mu)\} P_{\mu, y_1, \dots, y_{k-1}}(y_k)}{\sum_{\mu} \{P_{y_1, \dots, y_{k-1}}(\mu)\} P_{\mu, y_1, \dots, y_{k-1}}(y_k)} \quad (3.15)$$

на підставі отриманої інформації зробити висновки про місце або причину відмови

$$\{P_{y_1, \dots, y_k}(\mu = \mu^*)\} \geq 1 - \Delta \quad (3.16)$$

де  $\mu$  - умовний індекс причини або місця несправності;

$k$  -  $k$ -й за логічною послідовністю образ-носій діагностичної інформації, наприклад рішення тестової задачі, електричні, акустичні, гідравлічні та інші характеристики;

$y_k$  - результат співвіднесення  $k$ -го носія інформації з еталоном ( $y_k = 0$  - носій співпадає з еталоном,  $y_k = 1$  протилежний результат);

$t_k$  - час, отриманий фахівцем, який виконує діагностичну процедуру,  $k$ -го

носія інформації;

$V_{y_1, \dots, y_{k-1}}(k)$  – Обсяг діагностичної інформації, зібраної експертами з  $k$  послідовно сприйнятих носіїв;

$\{P_{y_1, \dots, y_k}(\mu)\}$  – розподіл ймовірностей можливих діагнозів за експертним висновком на  $k$  носіях інформації;

$P_{\mu, y_1, \dots, y_{k-1}}(y_k)$  – ймовірність того, що діагностика правильно отримає інформацію із  $k$ -го носія про місцезнаходження або причину несправності, з умовним індексом  $\mu$ ;

$\Delta$  - рівень ризику для фахівця обрати діагноз  $\mu^*$  із недостатньою інформацією.

На III етапі фахівець формулює роботу з ремонту несправної системи, визначає процес ремонту, порівнює час, необхідний для ремонту, з часом, який він має, визначає необхідний склад витратних матеріалів, запчастин, інструменти, обладнання та витратні матеріали. У цьому випадку експерт змушений вирішувати задачу рішення як багато параметричну задачу оптимізації, що прибігаю до обирання  $j$ -ї стратегії ТО.

$$f_j = f(T_{np}, T_v, t_{проф}, t_{расп}, n_3, m_v) \rightarrow \text{extr} \quad (3.17)$$

де  $T_{np}$  - момент початку (ремонту);

$T_v$  – час відновлення несправної системи;

$t_{проф}$  – час ремонту;

$t_{расп}$  – Час, доступний для відновлення несправної системи;

$n_3$  – необхідна запасна кількість частин для оновлення;

$m_v$  -  $v$ -го комплект витратних матеріалів, інструменту, обладнання та засобів контролю та перелік засобів вимірювань, обладнання, що підлягає ремонту.

Діяльність підрядника на етапі IV зводиться до підготовки ремонтного обладнання (інструменту, оснащення, інструментів), реалізації плану ремонту, розробленого в процесі прийняття рішення, та подальшої перевірки відновленої системи. При цьому, якщо правильно встановлені причини втрати працездатності



системи, що перевіряється, і правильно виконаний план ТО, то підсумкова перевірка на цьому етапі покаже, що система працює. Якщо в результаті такої перевірки буде встановлено, що процес профілактики або ремонту неефективний, виробник повинен повернутися до I етапу своєї роботи та повторити решту інших етапів, тобто на етапі IV, завдання експерта зводиться до виконання умови  $f_j (V(t_{пр}) = 1$ , згідно з яким j-а план ТО вважається виконаним і функція якості системи  $V(t_{пр})$  дорівнює одиниці, якщо після виконання допоміжних завдань та її обслуговування це дозволяє взяти до уваги не тільки складність ремонтних робіт та загальний час відновлення несправної системи, а й кількість переходів від етапу IV до етапу I, оскільки в цілому даний об'єкт можна відремонтувати.

Оцінка характеру роботи оператора може бути виконані у відповідності з прикладом

$$\Theta = \frac{K_{y.p} K_p \xi}{T_{\Sigma} (1 + N_{IV \rightarrow I})}; \quad \Theta = 0 \div 1 \quad (3.18)$$

де  $K_{y.p}$  - коефіцієнт зручності роботи ( $0 < K_{y.p} \leq 1$ ), визначається відношенням середньої вартості праці експерта, який виконує заданий набір рухових і логічних завдань в зручній робочій позі, до середньої вартості праці, понесеної при виконанні того самого набору операцій під час фактичного ремонту;

$K_p$  - коефіцієнт раціональності технологічного процесу;

$T_{\Sigma}$  - час потрібний для оновлення (профілактики) не працюючої системи;

$\xi$  - коефіцієнт приведення числових значень  $K_{y.p} K_p$  до порядку значень  $T_{\Sigma}$ ;

$N_{IV \rightarrow I}$  - число переходів від IV етапу до I й повторення в подальшому усієї решти етапів.

При аналізі результативності людини під час виконання завдань у системі ЛТ одним із показників якості роботи є кількість завдань, виконаних без помилок.

Метрики потоку часу впливають на надійність, коли встановлюється обмеження тимчасово, протягом якого людина може виконати дію.

Надійність діяльності визначається надійністю людського організму і надійністю техногенних ТО. Тому надійність людської діяльності зазвичай дається з погляду структурної надійності та експлуатаційної надійності. Під структурною надійністю розуміється здатність людини зберігати працездатність за певних умов протягом певного періоду часу.

Надійність виконання визначається як ступінь, в якому людина виконує певну задачу в той самий час і в одних і тих же умовах відповідно до заданих вимог. Ця достовірність є дуже важливою в інженерній практиці, оскільки дозволяє оцінити якість роботи людини в певних умовах.

Параметрами функціональної безпечності є ймовірність непохибного ( $\beta_1$ ) та похибного ( $\beta^0 = 1 - \beta^1$ ) реалізації операції, а параметрами функціонально-часової безпечності – ймовірність доречного реалізації операції, тобто її час  $t$ , що не переважає допустимий час  $\tau$ :  $\Theta^1(\tau) = P\{t \leq \tau\}$ , й ймовірність недоречного реалізації операцій  $\Theta^0(\tau) = [1 - \Theta^1(\tau)]$ .

Як закон поділу раптової величини - часу, який плине на реалізацію одиниці роботи, може бути ухвалення гама-розподіл, щільність розподілу якого має вигляд:

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0 \\ \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} t^{\alpha-1} e^{-\beta t} & \text{при } t > 0 \end{cases} \quad (3.19)$$

Параметри розподілу описується через моменти:

$$\alpha = \frac{M^2(T)}{D(T)}; \quad \beta = \frac{M(T)}{D(T)} \quad (3.20)$$

де  $\alpha$  - параметр, який визначає форму розподілу;

$\beta$  - масштабний параметр.

Отже, щоб визначити міру надійності роботи, необхідно знати розподіл математичних сподівань і час виконання робочої одиниці. Кількісні показники надійності людини за рівнями ефективності можна знайти на основі аналізу структури її роботи.

Структура роботи експерта повинна бути викладена у вигляді типового блоку,

в якому в роботі визначається аналітичний висновок, що оцінює якість її виконання.

### **3.4 Оцінка моделі, що дається в знаки на якості технічного обслуговування**

При експлуатації літака він має досить високу надійність і не вимагає втручання обслуговуючого персоналу в роботу технічних засобів протягом тривалого часу. При цьому експерт зобов'язаний не пропустити ні ту, ні іншу помилку чи збій. Виникає особлива ситуація, що вимагає рівномірного, тривалого, але ретельного спостереження за станом технічних засобів та оцінки їх експлуатаційних характеристик. У цій же ситуації виробник може перебувати в стані близького виснаження, тому він може не помітити появу несправності або дефект.

У роботі тих, хто обслуговує літаки, можуть виникнути важкі умови, що може бути спричинене, наприклад, відсутністю негоди. Ці стани можуть по-різному впливати різні типи людей залежно стану їх нервової системи, котрий іноді сприяють ефективності роботи.

Останній емоційний стрес може бути викликаний перешкодами, заснованими на творчості художника. Джерела такого передкодування: робота кількох спеціалістів одночасно на одному робочому місці, короткочасні перерви для виконання завдань інших спеціалістів, обладнання тощо.

Найнебезпечнішою перешкодою є неможливість виконати поставлене завдання за короткий проміжок часу. При досить високій швидкості роботи така ситуація може призвести до високої нервової напруги, що може призвести до неправильної поведінки - помилок.

Основні причини людської помилки:

- Недостатня підготовка або низька кваліфікація обслуговуючого персоналу;
- обслуговуючий персонал, який імітує незадовільне обслуговування або роботу систем;
- важкі умови праці, такі як важкий доступ до обладнання, тісне робоче середовище або високі температури (низькі температури);
- недостатнє обладнання та необхідні інструменти та обладнання;

- недостатнє стимулювання ремонтників, що не сприяє якісній роботі тощо.

Низький рівень інтересу до роботи та поведінки може проявлятися у випадках неправильного розподілу завдань у системі ерготичної служби, де:

- коли від персоналу низької кваліфікації вимагається використання якісного обладнання;

- коли навчені фахівці повинні обслуговувати обладнання низької кваліфікації.

В обох випадках зростає кількість помилок, простоїв обладнання, частота використання запчастин, знизився рівень доступності сервісного обладнання та його продуктивність.

За характером роботи, яку виконують фахівці системи ергосервісу, вона поділяється на пошукову та повернення.

Як правило, процес пошуку відбувається, коли активний ЕС виходить з ладу, коли потрібне втручання оператора для з'ясування причини та місця збою в системі, коли оператори більшою чи меншою мірою залучені до вирішення проблеми. При цьому критерієм поліпшення його роботи є мінімальний час пошуку причини відмови.

Після визначення причини системного збою, виявленого оператором під час відновлення системи, починає працювати процес відновлення (рис. 3.4). У процесі ремонту основним завданням людини є ремонт системи, він виконує кілька конкретних завдань: розбирає несправний блок, збирає блок, вибирає відповідний блок і встановлює його в несправну систему.

При цьому експерт повинен оцінити використання блоку, тобто налаштувати, оцінити і випробувати його.

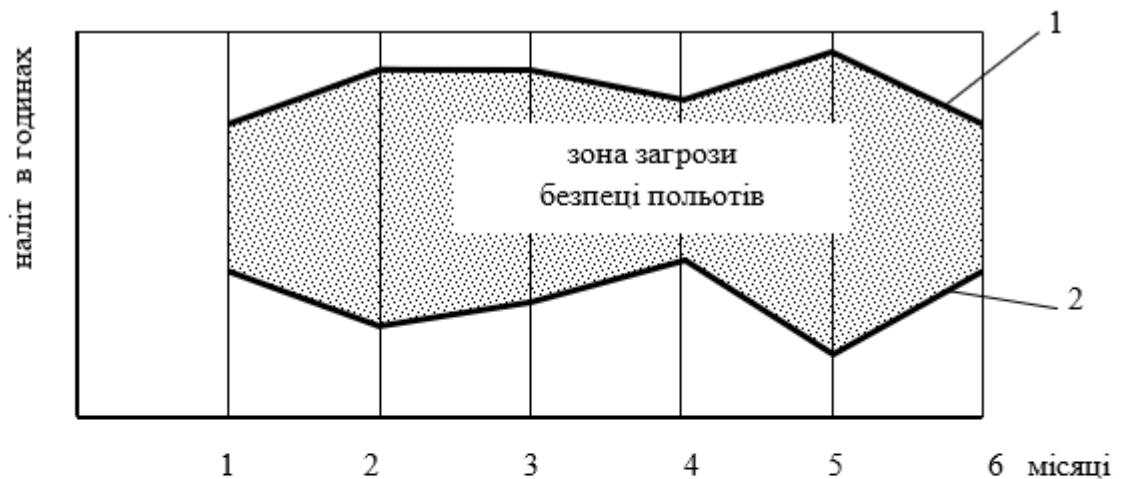
Часто помилки викликані помилками, які важко зрозуміти, чому вони сталися, тобто. важко визначити, чи це пов'язано з людською помилкою чи пов'язаним обладнанням.

При аналізі безпеки польоту слід проводити порівняння фактичної траєкторії польоту і нальоту ПС за даними технічного персоналу. Перевищення часу польоту, розрахованого за кількістю ТО, вважається часом польоту в умовах, що загрожують безпеці польоту. (рисунок 3.5).

Рівень підготовки техніків відстає від розвитку авіації, що є причиною великої кількості помилок у процесі обслуговування. По помилці витрачалося до 42% одиниць, причому до 32% робочого дня авіаційних фахівців витрачалося даремно.



Рисунок 3.4 - Схема дій оператора у відновлювальній ергатичній системі



1 – фактичний наліт парку ПС; 2 – плануємий наліт, виходячи з укомплектованості служби ТО

Рис.3.5 - Графічне визначення зон підвищеної небезпеки польотів через неуккомплектованості служби ТО

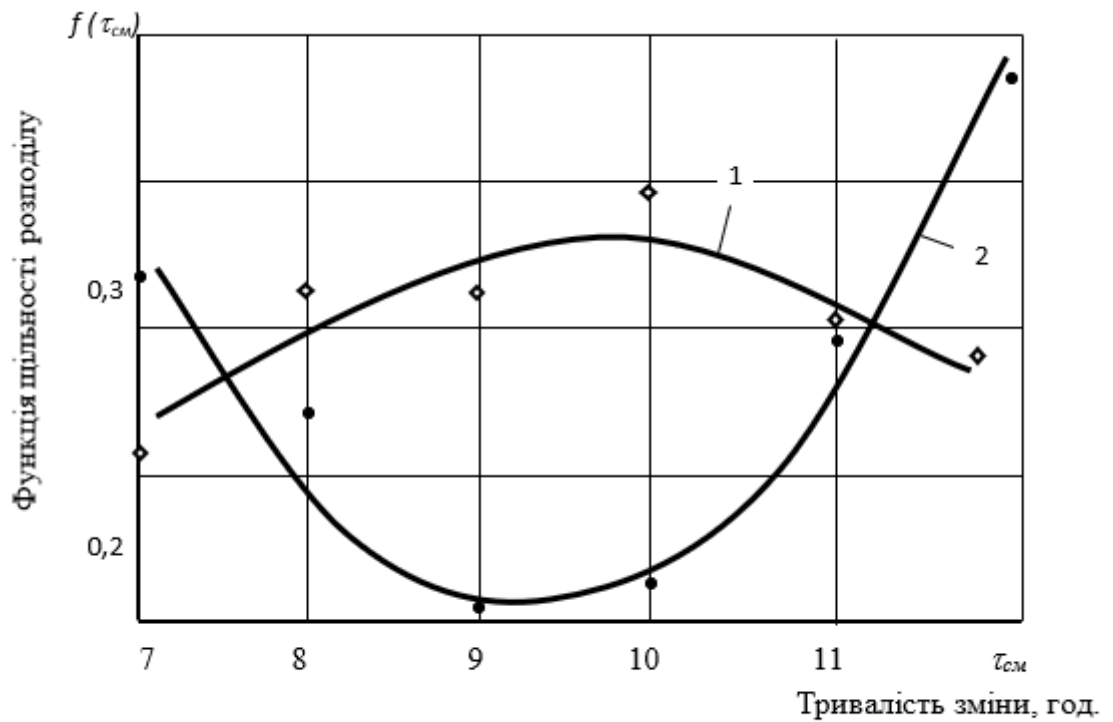
За для безпеки більшої якості обслуговування ми визначаємо основні групи факторів, які впливають на якість обслуговування (рисунок 3.6):

- а) безпечність праці інженерно-технічного персоналу;
- б) налагодження ТО ПС;
- в) характеристик ПС;
- г) промислових розвитку ТО;
- д) порядку роботи інженерно-технічного персоналу.

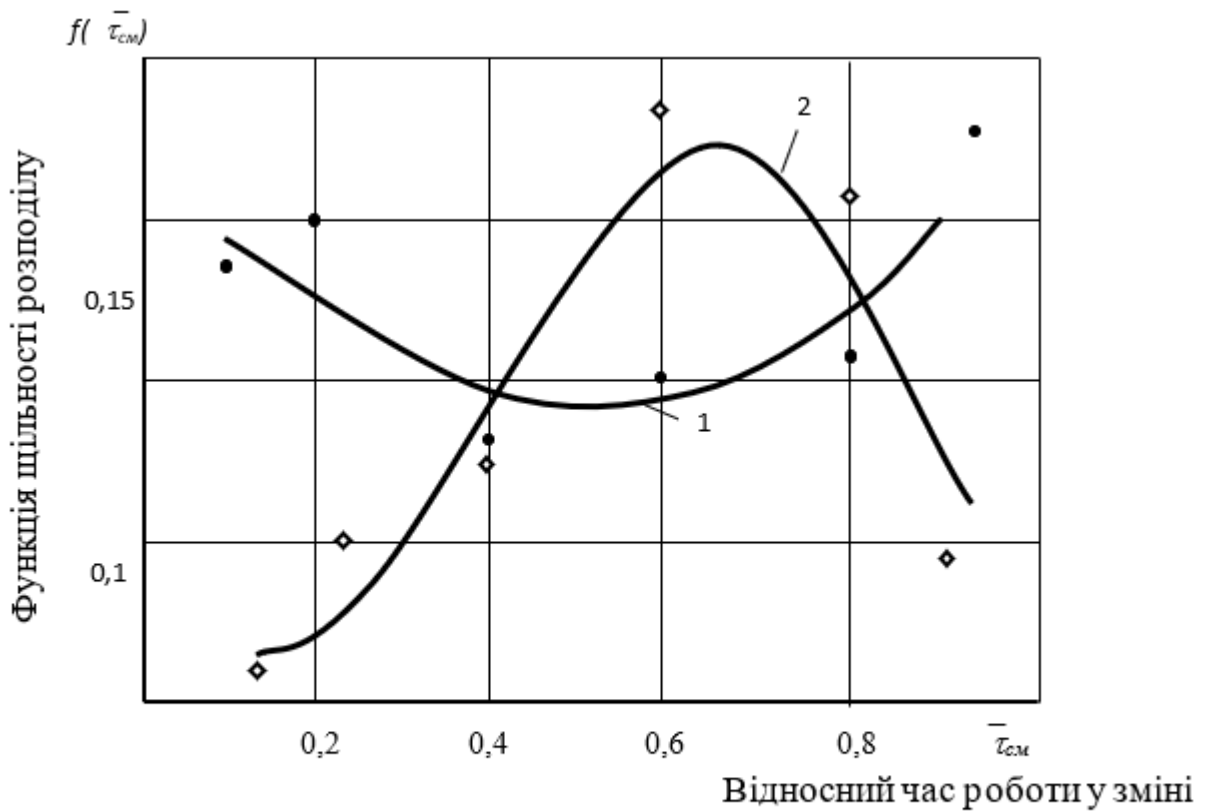
Аварії або інциденти повітряних суден на основі інформації про помилки ІАС, визначеної зі звітів про розслідування, таблиць журналів помилок, журналів обладнання для керування польотом та інших документів, які містять причину збою АТ. Проведено огляд та наведено розподіл технічних помилок на основі проаналізованого матеріалу (рисунок 3.7-3.14).



Рисунок 3.6 - Основні напрямки підвищення якості ТО АТ



1 – оперативні форми ТО; 2 – трудомісткі форми ТО  
 Рисунок 3.7 - Розподіл помилок ІТС в залежності від тривалості зміни



1 – оперативні форми ТО; 2 – трудомісткі форми ТО

Рисунок 3.8 - Розподіл помилок ІТС за відносним часом роботи в зміні



На основі даних про 169 авіаційних подій було проведено контрольне дослідження з метою виявлення причин та умов аварій внаслідок з вини ІТС із застосуванням методів кореляційно-регресійного аналізу та отримано наступні результати.

1. У процесі технічного обслуговування через постійні зміни роботи та перерви під час очікування ремонту розподіл кількості помилок фіксується відповідно до часу зміни. Такі перерви дозволяють авіатехнікам зменшити стрес і тим самим зберегти працездатність. Важливо відзначити, що час роботи в режимі обслуговування (час безпосереднього виконання завдань з обслуговування) не перевищує 40%. У методі утримання працівників розподіл помилок виконавців залежить від часу зміни, що відповідає тим самим характеристикам працівників у машинобудівних галузях. Ці працівники мають чіткий час для розуміння роботи, а збільшення кількості помилок збільшує робочий час, що пов'язані із втомленістю людини.

2. При виконанні дуже складного технічного обслуговування (рисунок 3.8) значне збільшення кількості помилок виконавця пов'язане з часом, необхідним для виконання завдання, яке є дуже важливим для роботи системи ПС.

3. Аналіз розподілу помилок за віком фахівців (рис. 3.9) показує, що помилки у віковій групі до 30 років в основному пов'язані з недостатніми практичними навичками ТО АТ. Група за 40 років допускає помилки через недостатнє знання поточних вимог до нової конструкції АТ та обслуговування ПС. Ці результати слід враховувати при розробці високоякісних навчальних планів і навчальних груп для авіаційних фахівців.

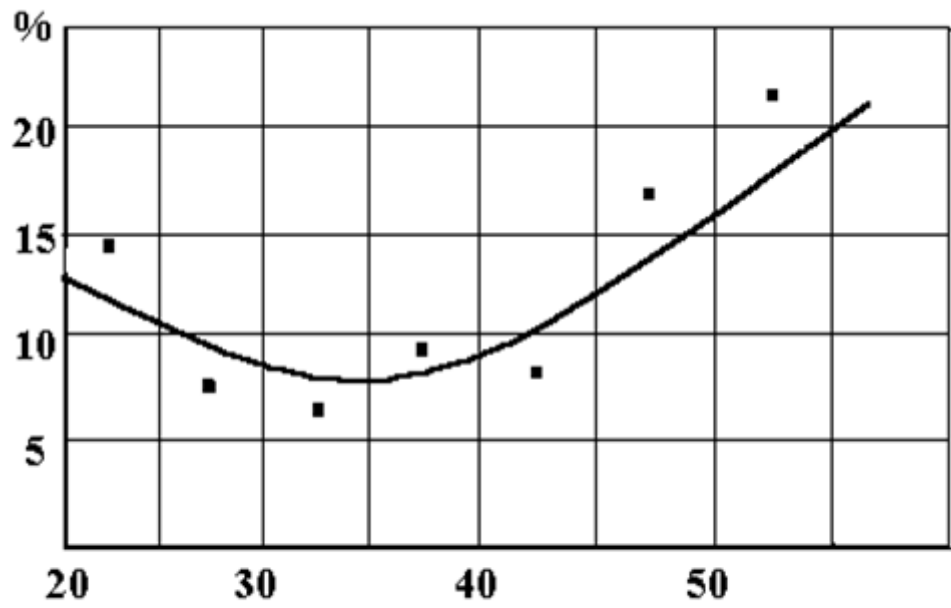


Рисунок 3.9 - Розподіл помилок технічного складу за віком

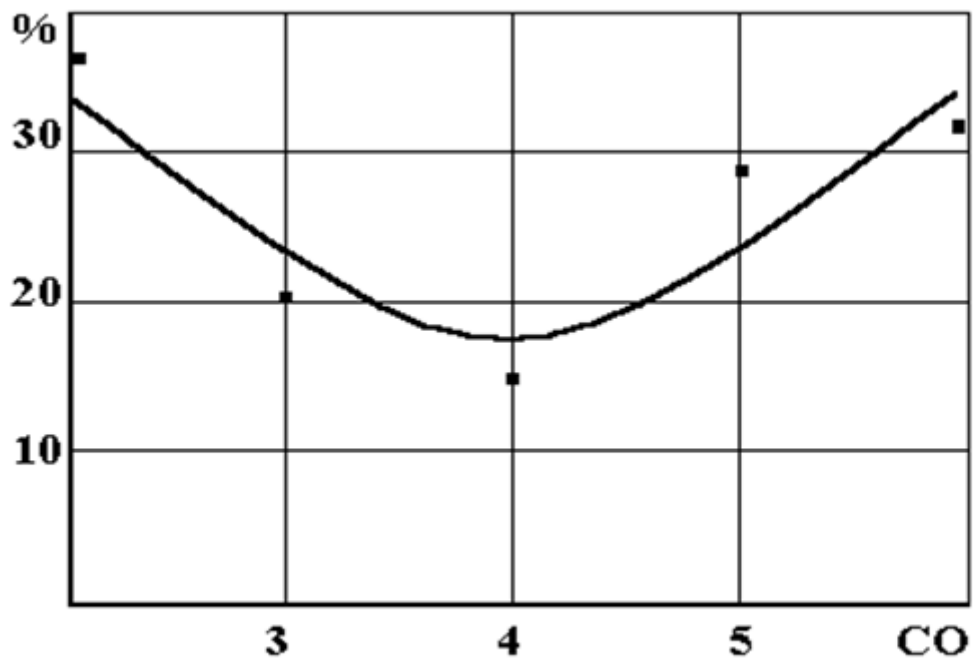


Рисунок 3.10 - Залежність помилок виконавців від складності операції ТО

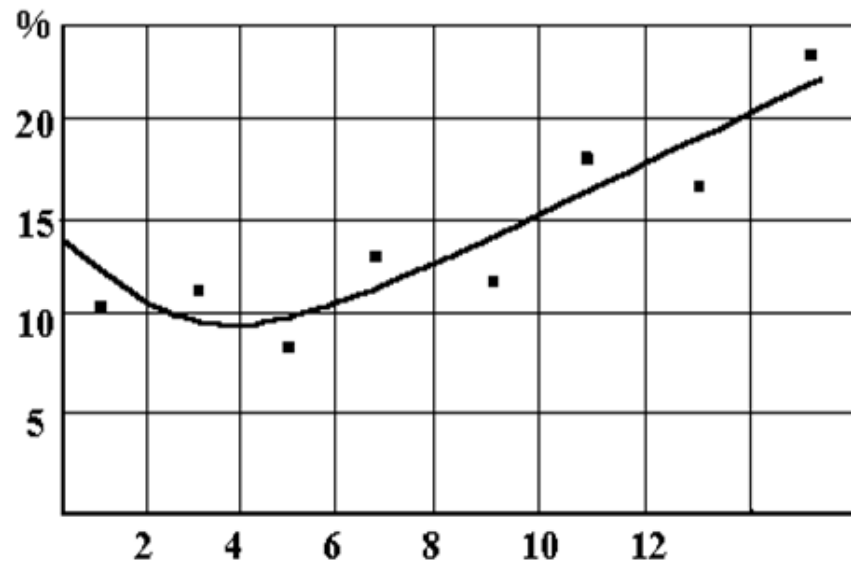


Рисунок 3.11 - Залежність приведеної кількості помилок на одну людину-годину від трудомісткості роботи

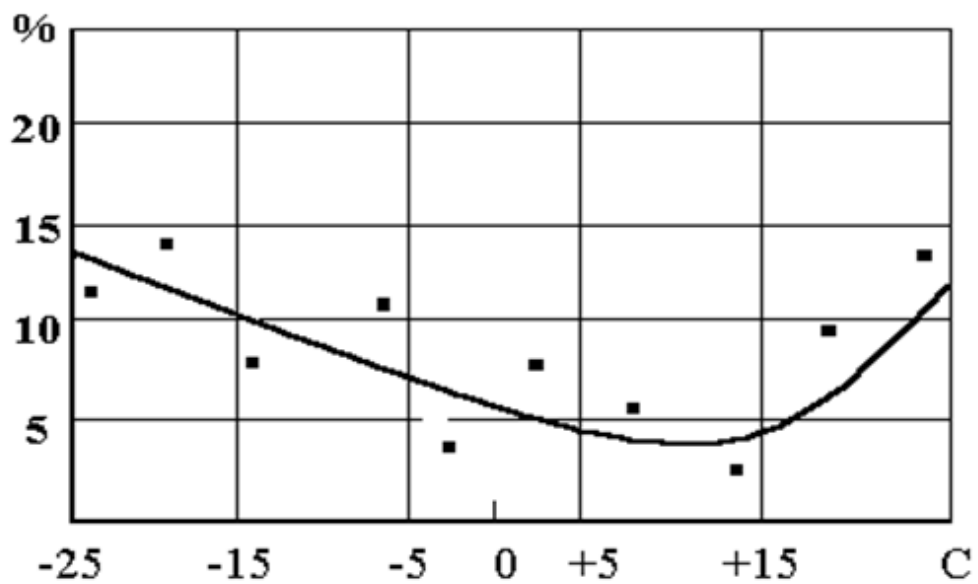


Рисунок 3.12 - Зміна помилок технічного персоналу від температури зовнішнього повітря

4. Варіація помилок виконавців залежить від характеру складності завдань з обслуговування (рис. 3.10), що пояснюється невідповідністю освітніх стандартів

та складності виконуваних робіт, зокрема це відображає в робочий аркуш з технічного обслуговування, і, за словами екіпажу, техніки не мають достатньої кваліфікації для виконання цих завдань, коли вони намагаються їх усунути.

5. При виконанні складних завдань (рисунок 3.11) людська помилка характерна для підготовки та підсумкового виконання. Слід зазначити, що 20...25% нещасних випадків відбувається через невиконання простих операцій, таких як законтрені з'єднання, невитягнення заглушки, незакриття капота чи ключа, відсутність інструментів тощо.

6. Залежність величини похибки виконавця результатів від температури на робочому місці (рис. 3.12) показує, що найбільш ефективним є температурний режим 5...18<sup>0</sup>С. При оцінці впливу стандарту ТО АТ на це питання слід враховувати індивідуальні особливості, тобто. Відносні значення робочої температури відрізнятимуться у різних частинах світла.

7. Механізація та автоматизація виробничого процесу ТО АТ є одним із основних шляхів скорочення часу ТО ПС та підвищення продуктивності праці працівників і якості ТО АТ (рисунок 3.14).

8. Контроль якості роботи техніками є важливою частиною технічного процесу технічного обслуговування літака, що дозволяє зменшити кількість помилок виконавців і забезпечити придатність літака. Аналіз фотографій робочого місця інженерів ОТК показує, що середній час, який витрачається безпосередньо на контроль якості ремонтних робіт, становить 15...20% від загального часу.

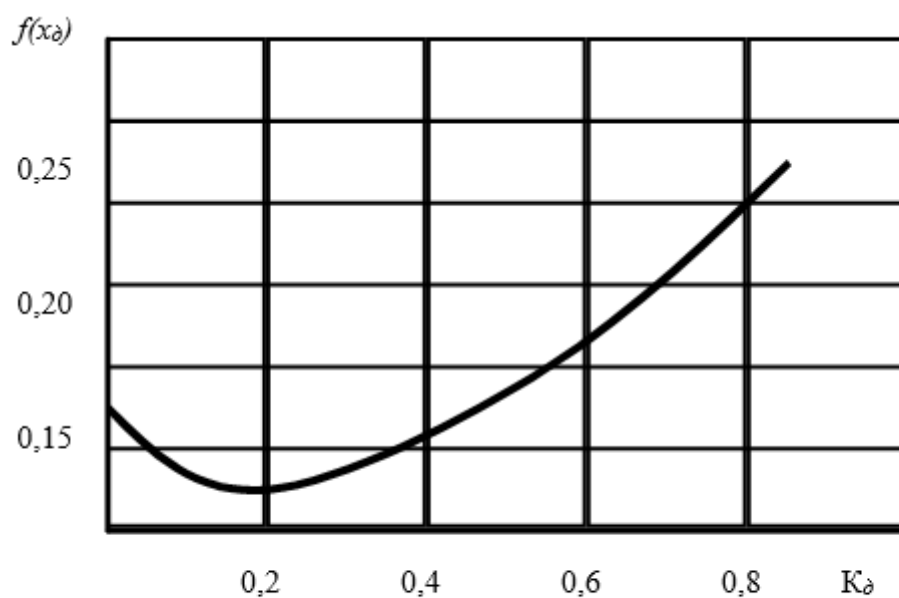
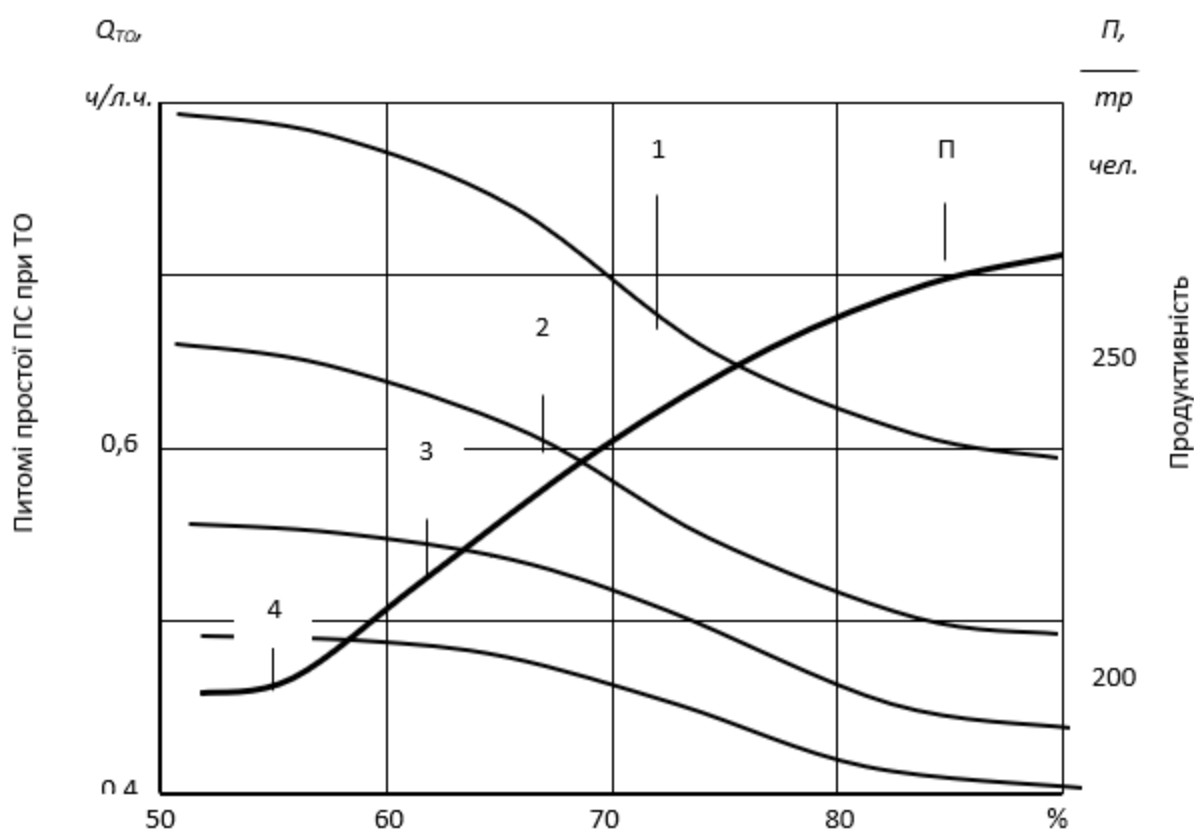


Рисунок 3.13 - Залежність помилок виконавців від коефіцієнту доступності



1 – ДМС; 2 – СМС; 3 – БМС; 4 – МВЛ

Рисунок 3.14 - Залежність простоїв ЛА при ТО й продуктивність праці від рівня забезпеченості процесів ТО

Насправді лише 50 ... 70% операцій, що підлягають обов'язковій регульованій діяльності ОТК. Також, неоднакове прийняття вимог керівництва може призвести до неповного та поганого інженерного управління, «від'єднання» від управління, втрати часу оператора та затримок у ТО літака. Як наслідок, понад 20% подій викликані помилкою застосування системи контролю, і ці події підлягають обов'язковому контролю ОТК.

На рисунку 3.15 зображено графік продуктивності виконавців у системі без керування (а), та керування (б), й в системі без обтяжування та при бутті надзору праці.

(в).

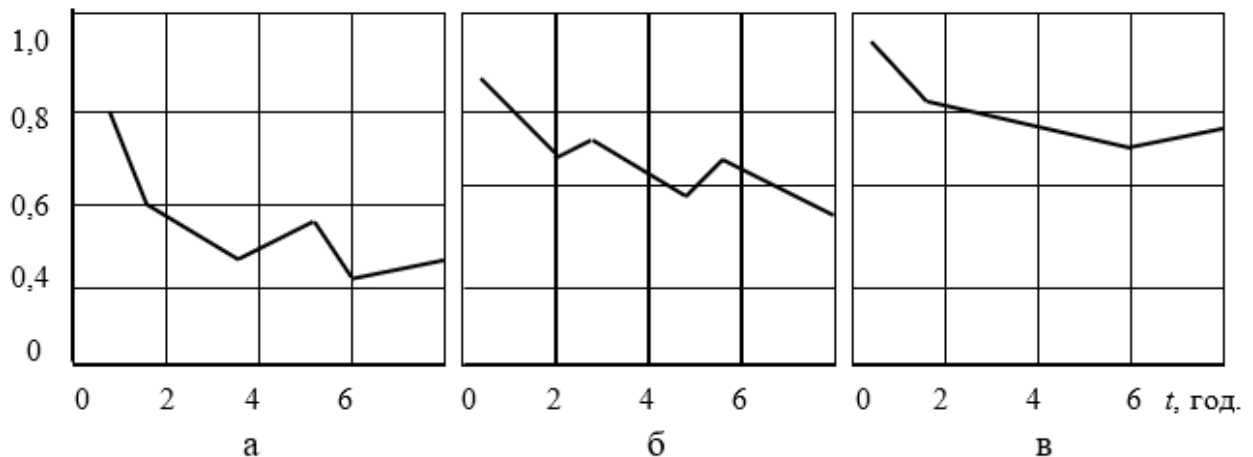


Рисунок 3.15 - Ефективність роботи виконавця при контролі його роботи

З наведеного рисунка видно, що при існуванні навіть функціонального перевантаження ефективність роботи людини підвищується у випадку контролю за його роботою.

### 3.5. Концепції росту структури технічного обслуговування авіаційного транспорту

Нове покоління літаків ЦА має низку факторів, які зумовлюють необхідність удосконалення існуючої технічної експлуатації літака.

Для забезпечення ефективної роботи в конструкції сучасних станцій закладено багато нових рішень, реалізувати які можна лише на основі створення

абсолютно нової системи технічної експлуатації АТ, що включає комплекс організаційних, економічних і технічних заходів.

Основними конструктивними особливостями літака нового покоління є:

- Новий цифровий пристрій на борту;
- наявність розробленої на табло системи моніторингу технічного стану продукції АТ, що дозволяє легко знаходити помилки та можливості, дані в літаку та на землі;
- загального використання композиційних матеріалів;
- конструкція модуля двигуна та панелі системного блоку;
- цілі управління встановлені, а результати задокументовані в МСРП;
- високий рівень обслуговування системи АТ тощо.

Обсяг ремонтних робіт включає невеликі роботи простого огляду, а поява складних, прихованих збоїв, викличе велике зростання ролі і складності незапланованих робіт, що вимагає зміни організації роботи, процес планування, якість обслуговування, облік і зарплата.

Крім того, на управлінську команду лягає зростаючий тягар ухвалення рішення про звільнення або виконання технічного обслуговування на основі мети результатів управління правлінням, особливо у випадку невизначених збоїв.

Ці особливості вимагають зміни існуючих галузевих нормативних документів, які стверджують:

- виконання завдань ІАС щодо підтримки операційного програмного забезпечення алгоритмів роботи авіаційних систем та компонентів;
- базові можливості використання природоохоронними організаціями інформації від керівництва;
- процедури та відповідальність за прийняття рішень за результатами інформації СК на борту, а також у разі непідтверженого збою, а також несправностей внаслідок апаратного та програмного збів;
- у разі діючих підприємств, інфраструктура для полегшення відновлення продукції, що відмовила;

- основні принципи та організація інформації для обслуговування та управління справністю парку ПС тощо.

З метою підвищення ефективності та якості ТО існуючих ПС пропонується ефективний поділ за видами ТО, що дозволить:

- використовувати менше кваліфікаційних працівників, скорочуючи витрати та час на їхнє навчання;

- стимулювати працівників до збільшення допусків, які отримують самостійне обслуговування за типами літаків, підвищувати їхню кваліфікацію;

- оплатою зацікавити інженерів та команди, що ефективно виключає помилкові зміни;

- ведення особистих записів про фактично здійснені дії;

- збільшити навантаження на персонал з виявлення та усунення дефектів, виходячи із кошторису та класифікації фактичних витрат на персонал;

- впровадити автоматизовані методи інформаційного забезпечення у завданнях щодо планування та контролю роботи цеху, наприклад – задачі розташування виконавців у змінах.

Тому при існуючій організації роботи ремонтного цеху, коли бригадир ставить перед виконавцями гнучкі завдання, він, як правило, не знає повного переліку дефектів, які необхідно усунути, і тому не може поставити роботи, які необхідно усунути. Складність та важливість роботи керуйтеся принципом рівного навантаження між членами бригади. Кожен виконавець протягом зміни виконує різні роботи від найпростіших до найскладніших, часто не маючи достатнього досвіду або кваліфікації. При цьому середній час усунення відмов становиться завищеним, а якість – низькою.

Для того, щоб ефективно розподілити операції робочого цеху, рекомендується розділити зміну на дві групи - перонну і технічну.

До обов'язків перонну бригади входить:

- зустріч і приймання передачі ПС, встановлення та зняття штирів шасі;
- буксирування, обслуговування та доставка водил;
- прибирання, обробка літаку від обмерзання, протирання скла;



- заправка та скидання ГММ, газонаповнення, слив відстою;
- злив та обробку санвузлів;
- перекомпановка салону;
- обслуговування побутового обладнання;
- попередній підігрів літака і двигунів, забезпечення обігріву під час роботи на борту;

- заміна шин;
- зв'язок з СПУ перед вильотом;
- забезпечення проходів, перегородок, вогнегасників у літаках;
- налаштувати двигун до обробування;
- підготуватися до навішування літака на навантажувач;
- зняття та встановлення заглушок;
- відкривання та закривання багажних люків, дверей та запасних виходів;

- перевірити літак перед зльотом;
- встановити літак на стоянкове гальмо та вимкніть усі перемикачі та автоматичні вимикачі в кабіні після посадки;

- підключення та відключення електроживлення та освітлення очисної площини;

- зберігання та обслуговування тари для відпуску паливно-мастильних матеріалів;

- відкривання та закривання люків і люків у фюзеляжі для доступу до блоку;

- зозглядати всі типи робочих форм, крім форм Б і Г;

Інші низькокваліфіковані роботи включені до переліку другої та четвертої категорій технічного персоналу.

До обов'язків технічної групи повинні входити:

- пошук та усунення несправностей за сповіщенням у польоті, цеху обробки засобів об'єктивного контролю у разі відмов перед вильотом;

- проводити регламентні роботи за формою Б щодо усунення виявлених дефектів;

- заміна агрегату після вичерпання ресурсу;

- додаткові роботи з завдань відділу виробничого планування – оголошення про виконання, разові роботи, роботи по технічним актам, технічне рішення тощо;

- виконання регламентних робіт, пов'язаних з оглядом двигуна, встановленням, регулюванням, випробуванням;

- інші роботи, пов'язані із забезпеченням справності ПС.

Такий тип розподілу бригад ремонту допомагає забезпечити якість технічних послуг АТ.

### **Висновки до розділу 3**

1. Результатом помилки персоналу ІАС є вихід з ладу льотного обладнання через незавершеність процедур технічного обслуговування, неякісне усунення виявлених дефектів.

2. Усі види діяльності ІТС ЦА можуть бути поділені, включаючи: інформаційну діяльність, діяльність з планування роботи, діяльність, пов'язану з плануванням задач ІТС, діяльність, пов'язану з виконанням обсягу праці з технічного обслуговування та впровадження контролю якості.

3. Сучасна система АТ забезпечується групою операторів, яку координує диспетчер.

4. Якість технічного обслуговування продукту АТ залежить від ефективності використовуваних інструментів моніторингу та діагностики, включаючи цілісність засобів контролю та методологічні можливості для виявлення відмов, можливості контролю та частоти відмов приборів, а також методи контролю та якість його виконання.

5. Удосконалюючи організацію і технологію технічного обслуговування, можна за можливості забезпечити різні терміни зберігання продукції, забезпечуючи тим самим різні значення ймовірностей Р00, Р10, Р01, Р11, показників якості технічного обслуговування продукції АТ.

6. Надмірне емоційне напруження може бути викликано відволіканням, заснованим самим інженерно-технічним персоналом. Такими перешкодами є: багато спеціалістів, які працюють одночасно на одному робочому місці, короткочасні перерви інших спеціалістів у виконанні завдань, працююче обладнання тощо.

## **РОЗДІЛ 4**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **4.1 Опис робочого простору**

Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден наражає працівників на різні джерела фізичної та хімічної небезпеки.

У розділі «охорона праці» розглядаються небезпечні матеріали та виробничі небезпеки, що з'являються при ремонті та обслуговуванні ангарної авіаційної техніки.

Метою цього розділу є аналіз факторів, що впливають на здоров'я людей на робочому місці при підготовці літаків в ангарі.

#### **4.2 Елементи при ТО що можуть бути шкідливими та небезпечними**

Речі можуть бути шкідливими і небезпечні. Елементи, що викликають швидке погіршення здоров'я, називають небезпечними. Професійні ризики включають ризик ураження електричним струмом або наявність статичної електрики. Елементи, які можуть призвести до погіршення здоров'я та зниження продуктивності праці працівників, називаються шкідливими умовами.

Співробітники технічно обслуговуючого персоналу зв'язані з впливом таких фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів, як підвищений рівень шуму, обслуговування пально-мастильними матеріалами, статична електрика, пожежна небезпека та інше.

На працівників також впливають психофізіологічні фактори: психічне перевантаження зорових і слухових апаратів, монотонність праці.

##### **4.2.1 Впливу шуму на робочому місці**

Підвищений рівень шуму на виробництві несприятливо позначається на продуктивності праці та здоров'я робітників. Може порушитись слух, з'явитися часті запаморочення, погіршитися увага та пам'ять. У важких випадках з'являються серйозні порушення серцево-судинної та травної систем, розвиваються психічні розлади. Ступінь впливу шуму на людину залежить від ряду факторів: тривалості, частоти звуку, характеристик спектра, сили тиску.

За джерелом виникнення:

– Механічний шум. Виникає внаслідок частих ударів, тертя механізмів та елементів обладнання.

– Електромагнітний шум. З'являється в устаткуванні, що працює за рахунок електромагнітної енергії.

– Аеродинамічний шум. Виникає під час руху повітряних мас і газів.

– Гідравлічний шум. Результат процесів, які у рідинах.

Шум із різних джерел підвищує загальний рівень шуму в приміщенні, але при підрахунку не підсумовується.

За частотою:

– низькочастотний;

– середньочастотний;

– високочастотний.

За спектром:

– широкосмуговий;

– тональний.

Спектр шуму визначається інтенсивністю, тиском та потужністю звуку на октавній смузі частот.

Широкополосний спектр поширюється на кілька октав і діє безперервно. Тональний спектр містить певні частоти, у яких рівень звуку значно перевищує звук інших октав. У порівнянні з тональним, широкосмуговий вид спектру надає менше несприятливого впливу на організм та психіку людини.

#### **4.2.2 Фактор ризику при роботі з паливно-мастильними матеріалами**

Забезпечення безпеки праці при роботі з паливно-мастильними матеріалами в організаціях цивільної авіації спрямоване на запобігання можливості вибуху або пожежі ПММ, що може призвести до загибелі або травмування людей та заподіяння великих матеріальних збитків.

Вибух або горіння можуть статися:

- при запаленні парів ПММ в результаті іскроутворення, викликаного, наприклад, розрядом статичної електрики або працюючим авіаційним та радіоелектронним обладнанням;

- в результаті дії процесів самозаймання та в інших аналогічних випадках.

#### **4.2.3 Статична електрика**

Іншим фактором ризику для працівників сфери обслуговування та операторів, які використовують ПК (персональні комп'ютери), є підвищення рівня статичної електрики.

Коли тверді предмети торкаються або труться, пишуть на подібних і несхожих матеріалах, у робочій зоні накопичуються електростатичні заряди. Статична електрика є джерелом суттєвих перешкод для точності виробництва інформації, викликає поломку компонентів, є причиною пожеж і вибухів; шкідливий вплив на людину.

У деяких випадках тіло людини заряджається і може скачуватися на землю або на наземні частини виробничого обладнання, а заземлені обладнання виходить з тіла людини на землю, що може викликати дуже неприємний біль і нервові переживання і викликають руйнування м'язів людини. Таким чином, людина може отримати певний ступінь механічної травми (порізи, забої, переломи кісток, струс мозку).

#### **4.3 Заходи щодо зниження та усунення шкідливого впливу виробничих аспектів**

Конструкція модулів обладнання, що проектується, визначається таким чином, щоб викреслити або звести до мінімуму вірогідність взаємодії оператора та небезпечних і шкідливих виробничих факторів, перерахованих у попередньому підрозділі.

### **4.3.1 Захист від впливу шуму на робочому місці**

Виробничий шум знижується кількома методами: зменшення шуму в самому джерелі його появи, комплекс робіт із звукоізоляції та звукопоглинання, використання засобів індивідуального захисту.

Заміна механізмів та технологічних процесів. Найефективніший і один із найчастіше використовуваних методів. Устаткування чи окремі механізми замінюють на нові, що створюють меншу кількість шуму. Ударні механізми змінюють на ненаголошені деталі. Механічні конструкції оснащують віброопорами, гнучкими вставками та прокладками. Використовують мастильні матеріали та вібропоглинаючу мастику. Змінюють конструкцію вентиляційних установок. Знижують швидкість обертання насосів.

Звукоізоляція та звукопоглинання. Для звукоізоляції використовують кожухи, екрани, кабіни, пульти, амортизатори та глушники для промислового обладнання. Якщо виробничий процес дозволяє, деяких випадках ізолюють ціле приміщення, у якому працює шумне устаткування. Звуковбирну функцію дає використання спеціальних матеріалів при облицюванні виробничого приміщення. Крім цього, приміщення може оснащуватися штучними звукопоглиначами.

### **4.3.2 Забезпечення безпеки праці при роботі з паливно-мастильними матеріалами**

До загальних вимог безпеки належать такі положення:

- заправляти ПС паливом, олією та спеціальними рідинами слід тільки на стоянках, обладнаних протипожежними засобами та заземлюючими пристроями, і тільки із заправних автомашин або з інших спеціальних заправних засобів, що мають справні фільтруючі, забірні та роздавальні пристрої та заземлення, а також інше необхідне обладнання (пожежні засоби, колодки проти самоскачування автомобіля тощо);
- водійський склад паливозаправників повинен вивчити та знати вимоги безпеки та протипожежних заходів при експлуатації паливозаправних машин;
- паливозаправник має бути встановлений щодо ПС у строго визначеному

місці, зазначеному відповідним нормативно-технічним керівним документом;

- стороннім особам перебувати всередині та біля ПС при його заправці суворо забороняється;

- паливо, масло, що заправляється, спеціальні рідини повинні відповідати типу ВС і мати дозвіл лабораторії на заправку;

- на відстані до 25 м від місця заправки не повинно проводитись жодних робіт, що спричиняють займання або іскроутворення;

- проводити заправні роботи під час грози при включених електроагрегатах, радіообладнанні, освітлювальних установках та інших електроустановках категорично забороняється;

- весь технічний склад повинен уникати прямого контакту з паливом, не вдихати його пари, оскільки вони токсичні.

Усі вимоги безпеки при заправці ПС паливом необхідно виконувати також і при його зливі.

### **4.3.3 Контрзаходи від статичної електрики**

Контрзаходом від збільшення взаємодії статичної електрики є електростатичний розрахунок з використанням матеріалів з низьким рівнем статичної електрики.

### **4.3.4 Розрахунок повітрообміну**

Для створення нормальних умов для працівників лабораторій, вентиляційні системи забезпечують відповідний мікроклімат і чистоту повітря шляхом стиснення токсичних речовин, що знаходяться в повітрі.

Захист працівників від промислових газів і парів реалізується за допомогою:

- системи автоматизації та машини, які переміщують та випускають небезпечні матеріали;

- удосконалення технологічного процесу;

- прилади місцевої вентиляції;

- особисті засоби (спецодяг, окуляри, шолом, протигаз, респіратор).



При використанні всмоктувальної вентиляції повітря для горіння в обладнанні можна видаляти, витягуючи його з лабораторії, або втягуючи з стійки за допомогою спеціальних повітрязбірників, встановлених у стійці. Повітря, що подається в машинне приміщення по витяжній системі, повинен мати температуру 16 ... 25<sup>0</sup>С при вентиляції і підвищеній запиленості не більше 0,75 кг/м<sup>3</sup>.

Повітрообмін визначається  $n$ :

$$n = \frac{Q}{V} = 5 \dots 10 ,$$

де  $Q$  – необхідна витрата повітря (м<sup>3</sup>/год);

$V$  – об'єм приміщення (м<sup>3</sup>).

Здебільшого кондиціонер працює, регулюючи швидкість і температуру. Швидкість повітря можна регулювати, змінюючи положення повітрязбірника.

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

$$Q = v \times S,$$

де  $v$  - швидкість повітря (м/с),

$S$  – площа поперечного перетину повітропроводу (м<sup>2</sup>).

Тому швидкість повітря можна контролювати, змінюючи площу поперечного перерізу повітропроводу.

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

Втрата тиску в повітропроводі в (Н/м<sup>3</sup>) визначається з вираження:

$$\Delta p = \lambda \rho \times l/d \times v^2/2,$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт аеродинамічного опору (0,03...0,05);

$\rho$  - щільність повітря (1,229 кг/м<sup>3</sup>);

$l$  – довжина повітропроводу (м);

$$l = 30 \text{ м;}$$

$d$  – діаметр повітропроводу (м);

$$d = 0,2 \text{ м;}$$

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

$$S = 0,314 \text{ м}^2; \Delta p = 1843,50 \text{ Н/м}^3.$$

Споживана потужність електродвигуна вентилятора визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{max} \times D r \times k}{1000 \times h_{\epsilon} \times h_{\eta}},$$

Підставивши це значення, отримаємо потужність двигуна, що дорівнює 21,439 кВт.

За певними параметрами був обраний промисловий вентилятор середнього тиску ВР 280-46 продуктивністю від 600 м<sup>3</sup>/год до 120 000 м<sup>3</sup>/год і загальним тиском від 250 Па до 2800 Па.

#### 4.3.5 Запобігання пожежі й вибухової небезпеки

Поняття пожежна безпека означає стан об'єкта, у якому виключається можливість пожежі. У разі виникнення пожежі в першу чергу необхідно запобігти впливу її на людей і забезпечити захист матеріальних цінностей, що знаходяться в зоні горіння або поблизу неї. Пожежонебезпечними факторами є відкритий вогонь, іскри, підвищена температура повітря та предметів, отруйні продукти горіння, дим, знижена концентрація кисню, обвалення та пошкодження будівель, споруд, установок та вибух. Які є заходи забезпечення пожежної безпеки? Це

застосування негорючих та важкогорючих речовин та матеріалів замість пожежонебезпечних; обмеження застосування горючих речовин; запобігання розповсюдженню пожежі за межі вогнища; використання засобів пожежогасіння тощо.

До організаційних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки належать навчання робітників і службовців правилам пожежної безпеки, розробка та впровадження норм та правил пожежної безпеки, інструкцій про порядок роботи з пожежонебезпечними речовинами та матеріалами, організація пожежної охорони об'єкта.

Забезпечення пожежної безпеки на підприємствах та в організаціях покладається на їхніх керівників. Начальники цехів, дільниць, завідувачі складів, майстерень та інші посадові особи зобов'язані дотримуватися на довірених їм дільницях роботи відповідного протипожежного режиму, забезпечити справний утримання та постійну готовність до дії наявних засобів пожежогасіння, зв'язку та сигналізації.

Інструкція щодо заходів пожежної безпеки повинна висіти на видному місці. Кожен працюючий на підприємстві зобов'язаний чітко знати і виконувати правила пожежної безпеки, не допускати дій, що можуть призвести до пожежі. Усі виробничі, службові, складські, допоміжні будівлі та приміщення, а також територію підприємства необхідно утримувати в чистоті та порядку. Двері евакуаційних виходів повинні вільно відчинятися у напрямку виходу з будівлі.

Щоб запобігти пожежі, виконайте такі дії:

1. Система живлення комп'ютера повинна мати вимикач, щоб забезпечити її відключення, якщо система охолодження та кондиціонування вимикається.
2. Повітропровід повинен бути виготовлений з негорючих матеріалів.
3. Система вентиляції повинна бути обладнана пристроєм для забезпечення її автоматичного закриття та використання автоматичних заслінок для закриття повітроводів у разі пожежі.

Крім того, повинна бути передбачена система електрозахисту, сумісна з ПУЕ. Рекомендується встановити на території систему пожежогасіння та газові

вогнегасники.

Для запобігання пожежі в приміщенні рекомендується встановити датчики, викликані димом, підвищенням температури, реакцією на прямий вогонь.

Для боротьби з пожежами використовуються спринклери з різними видами наповнювачів, а саме:

1. Вода. Основною функцією вогнегасника є охолодження горючих матеріалів нижче температури вогню. Недоліки гасіння пожежі водою: при низьких температурах вода твердне; вода не гасить легкозаймисті рідини з температурою кипіння нижче 800С; значні пошкодження обладнання та будівель; можливе ураження електричним струмом при вимкненні електроприладів; Він погано змочується, тому деякі волокнисті та тверді матеріали неефективні під час гасіння вогню водою.

2. Піни можуть бути хімічними і повітряно-механічними. Хімічні бульбашки складаються з бульбашок вуглекислого газу, а механічні бульбашки складаються з бульбашок повітря. Вогнегасна дія піни полягає в охолодженні верхнього шару та ізоляції горючого матеріалу від атмосферного повітря. Піна не використовується для гасіння електроприладів, з нею реагують такі реактивні речовини, як калій, натрій, сірковуглець.

3. Вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>) в основному використовується для гасіння пожеж в електроустановках. Етанол, розчинений у етанолі, а також целулоїд і терміт, що горить за відсутності повітря, не можна гасити вугільною кислотою. При гасінні пожежі вуглекислим газом у закритому приміщенні підвищується концентрація вуглекислого газу, що небезпечно для життя.

4. Борошно. Хмара пилу блокує теплове випромінювання, тому пожежу можна гасити без спеціального захисного одягу. Коли порошок падає на гарячий предмет, сіль розкладається і виділяє негорючий газ, покращуючи ефект гасіння порошку. Однак при гасінні пожежі сухим порошком у закритому приміщенні створюється висока запиленість повітря, а охолоджувальна дія сухого порошку також слабка, що може спричинити повторне займання.

У нашому випадку слід застосувати гасіння пожежі піною та заправку

вугільною кислотою.

У будівлях вогнегасники встановлюють поблизу протипожежних труб, а також у видних і доступних місцях на висоті 1,5 м над землею.

Вибухонебезпечність - це стан, коли можливість вибуху не включена у виробничий процес або вплив небезпечних і небезпечних речовин на людей спричинив або забезпечує збереження цінності матеріалу у разі вибуху.

#### **4.4 Попередження з охорони праці**

Необхідно виконати такі вимоги:

1. Перед початком роботи необхідно ознайомитися з інструкцією з експлуатації, ТБ та інструкцією з пожежної безпеки.
2. Обов'язково дотримуйтеся попереджень, написаних на пристрої, і всіх вимог, зазначених у місці встановлення пристрою.
3. Перевірте основу та придатність до використання з часом.
4. У разі виникнення пожежі під час технічного обслуговування повідомте пожежну охорону та розведіть вогонь, дотримуйтеся правил пожежогасіння електрообладнання.

##### **4.4.1 Інструкція користувача перед початком праці**

Перед початком роботи користувачі повинні:

- починати роботу в уніформі;
- Перевірити та видалити коментарі за попередній день;
- уважно огляньте робочу зону та приберіть усі предмети, які заважають роботі.

–

##### **4.4.2 Інструкція працівників під час праці**

Під час роботи працівники зобов'язані:

- повинен працювати відповідно до технічної документації;
- розглянути правила запуску та виключення пристрою.

–

#### **4.4.3 Інструкція працівників у випадку аварійної ситуації**

##### **У надзвичайних ситуаціях працівники повинні:**

- при виході з ладу обладнання індивідуальне завершення не допускається;
- при ураженні людини електричним струмом необхідно усунути потерпілого від контакту зі струмопровідною зоною.

#### **4.4.4 Інструкція працівника після закінчення праці**

Після виконання завдання користувач зобов'язаний:

- вимкнути прилад згідно з інструкцією з експлуатації приладу;
- вимкнути високу напругу на силовому щиті;
- організувати робоче місце;
- зафіксувати час роботи машини у журналі;
- перед закриттям запишіть огляд помешкання у журнал.

#### **Висновки до розділу 4**

1. У процесі обслуговування авіаційної техніки існує багато небезпечних факторів і факторів ризику, які можуть вплинути на безпеку персоналу та якість роботи.
2. Щоб зменшити ризик з'явлення надзвичайних ситуацій під час роботи, керівництво повинно слідувати стандартам, встановлених урядом.
3. Працівники повинні бути навчені техніці безпеки праці та пожежної безпеки та проходити періодичні навчання.

## **РОЗДІЛ 5**

### **ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

#### **5.1 Екологічні проблеми пов'язані з технічним обслуговуванням**

Планове технічне обслуговування та ремонт можуть обмежуватися заміною моторного масла та іншими дрібними роботами. Обслуговування та ремонт великого обсягу можуть включати роботи з ремонту та перебирання двигунів та інших механічних вузлів; миття, очищення та фарбування деталей або фюзеляжів літаків; а також використання різноманітних токсичних речовин. До числа екологічних проблем, пов'язаних з технічним обслуговуванням та ремонтом повітряних суден, відноситься наступне:

- викиди в атмосферу;
- стічні води;
- відходи;
- шум.

##### **5.1.1 Основні джерела викидів в атмосферу**

До основних джерел викидів в атмосферу при обслуговування та ремонт великого обсягу відносяться роботи з обробки та очищення металевих поверхонь, пов'язані з перебиранням двигунів (наприклад, пил, що утворюється при шліфувальних роботах, струминного очищення та дробоструминної обробки, кислота, що застосовується при обробці поверхонь, хромова кислота при твердому хромуванні та леткі органічні сполуки (ЛОС) в результаті технічної миття), роботи з очищення та фарбування зовнішньої поверхні повітряних суден (наприклад, ЛОС в результаті очищення та змішування та нанесення фарби) та операції з обкатування двигунів (наприклад, вихлопні гази в результаті згорання палива).

##### **5.1.2 Скидання забруднюючих речовин у воду**

Скидання небезпечних речовин у воду може статися з виробничих майстерень, металообробних цехів, а також внаслідок миття корпусу повітряного



судна та технічних мийок. До основних видів забруднювачів можуть входити токсичні метали, нафтопродукти (наприклад, олія, уайт-спірит, паливо), комплексоутворюючі реагенти та поверхнево-активні речовини, важкі метали (наприклад, сполуки ціанідів і шестивалентний хром) та органічні розчинники.

Також може бути присутнім кадмій, оскільки він, як і раніше, часто використовується для поверхневої обробки окремих деталей повітряних судів (наприклад, шасі, крил).

### **5.1.3 Небезпечні відходи**

Небезпечні або потенційно небезпечні відходи, що утворюються в ході капітального та звичайного ремонту повітряних суден, можуть включати відпрацьовану олію, масляні емульсії та невироблене паливо; органічні розчинники та гліколі; шлам, що містить гідроксиди металів; свинцеві акумуляторні батареї; нікель-кадмієві та нікель-металогідридні батареї; використані розчини для поверхневої обробки (після знежирення, травлення, пасивування, нанесення електролітичного та хімічного покриття), що містять ціаніди, шестивалентний хром та кадмій; твердий та напівтвердий осад ціанідів; залишки фарби та воду з насадок; ізоціанати; а також містять ртуть люмінесцентні лампи та лампи денного світла.

Поводження з відходами, включаючи небезпечні відходи, має відповідати застосовним рекомендаціям.

### **5.1.4 Винекнення шумів**

Основним джерелом шуму під час проведення технічного обслуговування та ремонту повітряних суден є обкатування двигунів. Випробування повинні проводитись у спеціально виділених районах, що бажано знаходяться далеко від міських кварталів, або в місцях, обладнаних пристроями глушіння чи відбиття шуму. Додаткові заходи щодо контролю рівня шуму можуть включати обмеження на роботи в денний та нічний час.

## 5.2 Заходи щодо зниження негативного впливу на довкілля

Рекомендовані профілактичні заходи включають :

- збирання пилю, що утворюється при шліфувальних роботах, струминного очищення та дробоструминної обробки, з допомогою систем витяжки та вентиляції, видалення пилю за допомогою мішкових фільтрів або інших методів видалення пилю. Пил, що містить кадмій, слід видаляти як небезпечні або безпечні відходи в залежно від її властивостей;

- запобігання або зведення до мінімуму утворення кислотних викидів, особливо

- містять аерозолі кислот і аерозолі механічними домішками таких важких металів, як хром. Викидів такого типу, які можуть утворюватися внаслідок кислотної обробки поверхні металу та деяких операцій з нанесення електrolітичного покриття, слід уникати, або їх обсяг повинен бути зведений до мінімуму шляхом використання поверхнево-активних речовин і, при необхідності, мокрих скруберів. Віддалена з відпрацьованих газів хромова кислота повинна повертатися у ванни для нанесення електричних покриттів або використовуватися іншим чином відповідно до місцевими нормами;

- при очищенні та фарбуванні необхідно звести до мінімуму викиди ЛОС. Що містять ЛОС засоби для чищення повинні бути замінені лужними миючими засобами на водній основі. При фарбуванні повітряних судів слід уникати використання вмісту ЛОС фарб, розчинників та пігментів, або авіакомпанії повинні віддавати перевагу зовнішньому оформленню літака, що передбачає не фарбування, а полірування з метою зведення до мінімуму обсягів використовуваних фарб. По можливості, слід прибігнути до використання фарб на водній основі та уникати застосування розчинників для видалення фарб на основі метиленхлориду або використання хроматних ґрунтовок;

- необхідно звести до мінімуму можливий вплив вихлопних газів, що утворюються в результаті обкатки двигунів шляхом розміщення випробувальних полігонів далеко від міських районів, обмеження часу випробувань з урахуванням сезонного стану навколишньої атмосфери або прийняття інших організаційних

заходів, необхідних для запобігання можливим наслідкам з точки зору якості навколишньої атмосфери.

### **5.2.1 Заходи щодо зниження негативного впливу стічних вод**

Рекомендовані профілактичні заходи щодо стічних вод при проведенні ТО:

- робота потоків високотоксичних відходів, в першу чергу сіянід, шестивалентний хром ( $\text{Cr}^{6+}$ ), кадмій та інші токсичні метали. Інші приклади потоків стічних вод, які потребують розділення, у тому числі концентрованих розчинів для попередньої обробки поверхні дерання картини; стоки з ванн для знежирення та травлення; товари з ванни для дракона картини методом хімічної реставрації (хімічне перевірити) та ванни для дренажу гальванічного покриття (електроліті); вода для прання, містить ціанід, шестивалентний хром ( $\text{Cr}^{6+}$ ), гіпофос-фіт (у рішенні методом нікелування хіміго доставка), та стоки від миття та видалення фарби;

- повинні бути розділені або загальні потоки стічних вод продатися попередній обробці до їх скидання в місцевих каналізаційних системах, у тому числі за допомогою коагуляції, флокуляції, а також методів осадоутворення та інших відповідних методів очищення пром стічних вод.

### **5.2.2 Заходи щодо зниження негативного впливу відходів**

Рекомендовані профілактичні заходи щодо відходів при проведенні ТО:

- поділ металевого пилу та металобрухту за типами для полегшення виділення та повернення в технологічний процес;

- зменшення кількості та переробка шламів від зварювання, кування, машинної обробки та механічної фінішної обробки, які можуть містити іони металів;

- належне поводження з металами, витягнутими із стічних вод, з метою їхньої утилізації чи направлення на полігон;

- видалення шламу процесу фінішної обробки поверхні (наприклад, нанесення гальванічного покриття, фарбування, гарячого занурення);

- якщо вторинне використання або повернення в технологічний процес виявляється неможливим, то тверді відходи слід видаляти відповідно до рекомендацій щодо поводження з промисловими твердими відходами.

## **Висновки до розділу 5**

1. Технічне обслуговування та ремонт великого обсягу можуть включати роботи з ремонту та перебирання двигунів та інших механічних вузлів; миття, очищення та фарбування деталей або фюзеляжів літаків; а також використання різноманітних токсичних речовин, що можуть викликати певні екологічні проблеми.

2. У сфері охорони водного середовища: проводити роботи із очищення ґрунтових вод від залишків нафтопродуктів на базовому складі паливно-мастильних матеріалів; виконувати плановий поточний ремонт очисних споруд зливових стічних вод та ремонт та очистку магістрального водовідвідного колектора.

3. У сфері поводження з відходами: акумулювання твердих побутових відходів у контейнерах; роздільний збір та тимчасове накопичення відходів до їх передачі іншим суб'єктам господарювання

4. У сфері поводження з шумом: випробування проводити у спеціально виділених районах, обладнаних пристроями глушіння чи відбиття шуму.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

1. Проаналізовано вплив людської помилки на безпеку, якість та надійність діяльності з ТО ПС, що полегшує розробку методів аналізу впливу людського фактору на якість ТО.

2. Визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи досліджень, а також розроблена схема досліджень.

3. Виявлено, що найважливішим чинником планування контролю якості та зменшення негативного впливу людських умов на забезпечення якості є дотримання національних стандартів і рекомендацій у виробництві.

4. В основу методики розрахунку індексу якості роботи ТО АТ покладено принципи, що розглядаються за допомогою моделі функціональної структури та використання індексу якості, а також тривалого підвищення трудомісткості за рахунок короткочасного збільшення напруженості роботи.

5. Наведено класифікацію авіаційного складу та розподіл технічних завдань, які вони виконують під час обслуговування АТ. Враховуючи характер і якість технічних робіт, запропоновано математичну модель експлуатаційної надійності систем ПС. Ці результати спрямовані на те, щоб безпосередньо впливати на джерело самої помилки – щоб зменшити ймовірність помилок працівників під час обслуговування ПС.

6. Розглянуто основні завдання, які вирішує ІАС експлуатанта (організація ТО), і відповідно до завдань, які виконує ІТС, підібрано математичну модель роботи авіаційних фахівців (організаторів, виконавець, диспетчерів) і визначимо, що потрібно. для його конструктивних параметрів.

7. Результати якості роботи авіаційних професіоналів залежать від таких факторів, як тривалість зміни, тип роботи, складність роботи, обладнання підприємства та призначені роботи. Ці результати можуть бути використані для вдосконалення організації роботи ТО АТ.

8. Розглянуто приклад процесу ТО АТ, яка полегшує оцінку якості роботи спеціалістів усіх категорій. Різні типи станцій та технічне обслуговування технічних систем у вигляді регламенту моделюються відповідно до

функціональних моделей робіт, реалізованих авіаційними фахівцями під час обслуговування. У цих моделях математична достовірність показників якості тесту визначається відповідно до структури роботи та реалізованого контролю якості. Результати цих досліджень спрямовані на підвищення стратегій «запобігання помилкам» шляхом запровадження контролю точності проведених технічних робіт або перевірок для забезпечення якості виконаної роботи, її виконання на основі управлінських та організаційних рішень.

9. Характеристика якості роботи (ймовірність виконання роботи без помилок і вчасно), базовою характеристикою є порівняльна оцінка та індивідуальне спостереження за характеристиками функцій і структур системи. Наведено методику розрахунку показників якості роботи авіаційних спеціалістів з обслуговування АТ.

10. В рамках дипломної роботи розроблено методичні вказівки щодо охорони праці та заходи щодо охорони навколишнього середовища під час технічного обслуговування авіаційної техніки.

**Наукова новизна полягає в наступному:**

- Продемонстровано перспективи розвитку ТО сучасної АТ;
- На основі статистичного аналізу експлуатантів розроблено методику оцінки якості технічного обслуговування сучасної авіаційної техніки.

**Практична значимість**

Викладений матеріал дипломної роботи може бути використаний як інструмент для оптимізації програм ТО АТ з метою забезпечення необхідної якості робіт і збереження льотної придатності ПС в експлуатації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ситник О.Г., Фельзер М.С. Теорія інформації. конспект лекцій – К.: НАУ, 2006. – 57 с.
2. Павлов В.В., Скрипец А.В. Ергономічні питання створення та експлуатації авіаційних електрифікованих та пілотажно-навігаційних комплексів повітряних суден. – К.: НАУ, 2000, – 459 с.
3. Бабак В.П., Харченко В.П., Максимов В.О., Буров О.Ю та ін. Безпека авіації; За ред. В.П. Бабака. – К.: Техніка, 2004, – 584 с.
4. Коваль В.Н., Кук Ю.В. Структурний метод моделювання складних систем // Усим. – 2003. – № 2. – с. 45–55.
5. Багієв Г.Л., Арєнков І.А. Основи сучасного маркетингу: Навчальний посібник. - Київ.: У Спб УЕФ, 1995
6. Скрипец А.В. Основи авіаційної інженерної психології. – К.: НАУ, 2002. – 532 с.
7. Скрипец А.В. Основи ергономіки. – К.: НАУ, 2001, – 399 с.
8. Ситник О.Г., Форощук, І.В. Сполучення зображень для виготовлення технічної документації в CALS-технології . – К.: НАН України, 2007. – Вип. 154. С 41-52.
9. Phelan M. “Virtual flight path” system in trials. Flight Int. – 2003. – v.163, №4885, p.25
10. Павлова С.В. Функціональна «віртуальність» – концепція майбутніх CNS/ATM
11. Пістун І.П. Безпека життєдіяльності. – Суми. Університет, 1999р.
12. ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1.004-84 Охорона праці й навколишнього середовища на підприємствах. -М.: Транспорт, 1977.-276 с.
13. Ененков В. Г. Охорона праці на підприємствах цивільної авіації. -М.: Транспорт, 1990.-288 с.
14. Котлер. Ф.Основи маркетингу. М.: В «Прогрес», 1992. 268 с.



15. Пономаренко В. А., Лапа В. В., Лемещенко Н. А. Человеческий фактор и безопасность посадки. – Воениздат, 1993.
16. Бондар О.У., Федоренко О.І., Кудін А.В Основи екології: підручник, - К.: Знання, 2006 — 543с.
17. Сміт Р.Л. Наш будинок - планета Земля. – М. Думка, 1982.
18. Солтовський О.І. Основи соціальної екології. – К. МАУП, 1997.
19. Голубків Е.П. Маркетингові дослідження: Теорія, практика й методологія. - М.: Фінпрес, 1998. 115 с.
20. Підрізу С.М. “Промисловий маркетинг: визначення сегментів ринку”: Текст лекцій.-К.:НАУ,2003.
21. Бондарев А.К., Черешків В.И. Міжнародний маркетинг: Навчальний посібник. - Спб.: У Спб УЕФ, 1993 232 с.
22. Хижняк М.І., Нагарна А.М. Здоров'я людини та екологія. – К. Здоров'я, 1995.
23. Джоббер Д. Д. Принципи й практика маркетингу. М.: Вид. будинок «Вільямс», 2000. 286 с.
24. Петропавловська С.Є., Підрізу С.М. “Промисловий та авіаційний маркетинг” Курс лекцій.-К.: НАУ, 2003.
25. Франчук Г.М., Ісаєнко „Єкологія авіації та космоса”

