

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра підтримання льотної придатності повітряних суден

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
канд. техн. наук, доц.
_____ О.В. Попов
«__» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ
«МАГІСТР»

ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН І АВІАДВИГУНІВ»

Тема: «Методичні основи підтримання льотної придатності повітряних суден»

Виконала: _____ **А.Р. Данюк**

Керівник: канд. техн. наук, доц. _____ **О.В. Попов**

Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

охорона праці: канд. техн. наук, доц. _____ **О.М. Гунченко**

охорона навколишнього середовища:
канд. техн. наук, доц. _____ **Є.О. Бовсуновський**

Нормоконтролер _____

Київ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Аерокосмічний факультет

Кафедра підтримання льотної придатності повітряних суден

Освітній ступень «Магістр»

Спеціальність 272 «Авіаційний транспорт»

Освітньо-професійна програма «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

канд. техн. наук, доц.

_____ О.В. Попов

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

ДАНЮК АННИ РУСЛАНІВНИ

1. Тема роботи: **«Методичні основи підтримання льотної придатності повітряних суден»**

затверджено наказом ректора від 11 жовтня 2021 року № 2196/ст.

2. Термін виконання роботи: з 25 жовтня 2021 р. по 31 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: результати досвіду експлуатації комерційних повітряних суден реєстрового парку України, фактори впливу на технічне обслуговування в системі підтримання льотної придатності повітряних суден та функціонування системи MRO в цілому, складові та структура системи підтримання льотної придатності повітряних суден, результати впливу авіаційно-транспортної системи на навколишнє середовище та охорону праці.

4. Зміст пояснювальної записки: моніторинг стану повітряного транспорту як об'єкту управління авіаційними перевезеннями, дослідити вплив факторів на управління безпекою польотів, визначити переваги та недоліки функціонального та процесного керування авіаційним підприємством, розробка методичних основ та рекомендації з підтримання льотної придатності повітряного судна, як об'єкта авіаційно-транспортної системи, розробка заходів з охорони праці на навколишнього середовища.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: результати аналізу досвіду експлуатації повітряних суден та стану безпеки польотів, результати аналізу нормативно-правового базису з питань підтримання льотної придатності повітряних суден, методи та моделі оптимізації технічного обслуговування, логічні схеми формування програм технічного обслуговування, висновки та рекомендації.

Графічний (ілюстративний) матеріал виконано з використанням Microsoft Office Excel, MatLab, Power Point та представлено на паперових носіях та у вигляді презентацій.

6. Календарний план-графік

Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
Моніторинг стану повітряного транспорту як об'єкту управління авіаційними перевезеннями	25.10.21 р. – 30.10.21 р.	
Дослідити вплив факторів на управління безпекою польотів	31.10.21 р. – 05.11.21 р.	
Визначити переваги та недоліки функціонального та процесного керування авіаційним підприємством	06.11.21 р. – 18.11.21 р.	
Розробка методичних основ та рекомендації з підтримання льотної придатності повітряного судна	19.11.21 р. – 03.12.21 р.	
Виконання окремих розділів роботи: охорона праці, охорона навколишнього середовища	04.12.21 р. – 08.12.21 р.	
Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	09.12.21 р. – 14.12.21 р.	
Попередній захист кваліфікаційної роботи	15.12.21 р. – 17.12.21 р.	

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Канд. техн. наук, доцент Гунченко О.М.		
Охорона навколишнього середовища	Канд. техн. наук, доцент Бовсуновський Є.О.		

8. Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2021 року.

Керівник кваліфікаційної роботи _____

Завдання прийняв до виконання _____

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Методичні основи підтримання льотної придатності повітряних суден»:

115 сторінок, 26 рис., 3 табл., 86 використаних джерела.

ЛЬОТНА ПРИДАТНІСТЬ, ПОВІТРЯНЕ СУДНО, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ФАКТОР ВПЛИВУ

Об'єкт досліджень – технічне обслуговування повітряного судна та його компонентів.

Предмет досліджень – система підтримання льотної придатності повітряних суден.

Мета роботи – розробка методичних основ та рекомендацій задля підвищення ефективності функціонування системи підтримання льотної придатності повітряних суден.

Методи досліджень – статистичні, математичне моделювання.

Розроблені автором рекомендації можуть бути запропоновані для підвищення ефективності функціонування системи підтримання льотної придатності повітряного судна та його компонентів та забезпечення заданого рівня безпеки польотів.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності під час розробки програм технічного обслуговування повітряних суден з урахуванням специфіки діяльності експлуатанта.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПОВІТРЯНОГО ТРАНСПОРТУ ЯК ОБ’ЄКТУ	
УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ.....	15
1.1 Аналіз авіаційних перевезень та чинники впливу на них.....	15
1.2 Стан реєстрового парку комерційних повітряних суден в Україні...	17
1.3 Загальний стан безпеки польотів за 2016-2020 роки.....	21
1.4 Аналіз поняття системи та її класифікація.....	26
Висновки до розділу 1.....	30
2 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ.....	31
2.1 Функціональне та процесне керування.....	31
2.2 Вплив факторів управління на безпеку польотів.....	35
2.3 Аналіз терміну «стратегія» технічного обслуговування повітряних суден та його структура.....	41
2.4 Роль та місце технічного обслуговування повітряних суден у системі підтримання льотної придатності.....	45
Висновки до розділу 2.....	51
3 ОСНОВНІ ФАКТОРИ ПІДТРИМАННЯ ЛЬотної ПРИДАТНОСТІ	
ПОВІТРЯНИХ СУДЕН.....	52
3.1 Загальні вимоги до льотної придатності повітряних суден.....	52
3.1.1 Вимоги до конструкції планеру, силової установки та функціональних систем.....	52
3.1.2 Основні відомості про нормування льотної придатності.....	57
3.2 Очікувані умови експлуатації.....	60
3.3 Експлуатаційна живучість конструкції повітряних суден.....	65
3.4 Збереження цілісності конструкції повітряних суден за умовами міцності.....	69
3.5 Людський фактор при технічному обслуговуванні повітряних суден...	75
3.6. Аналіз моделі станів повітряного судна.....	83

Висновки до розділу 3.....	91
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	92
4.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	92
4.2 Методи оцінки та поліпшення умов праці.....	93
4.3 Протипожежна безпека.....	98
4.4 Розрахунок концентрації парів на ділянці обслуговування повітряного судна та визначення необхідності вентиляції боксу.....	99
Висновки до розділу 4.....	102
5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	103
5.1 Екологічні проблеми викликані використанням повітряного транспорту та методи їх вирішення.....	103
5.2 Розрахунок емісії двигуна.....	106
Висновки до розділу 5.....	107
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	108
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..	109

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АД	– авіаційні двигуни;
АП	– авіаційна подія;
АТ	– авіаційна техніка;
АТС	– авіаційно-транспортна система;
БП	– безпека польотів;
ЗПС	– злітно-посадкова смуга;
ЛП	– льотна придатність;
ЛЧ	– людський чинник;
НС	– навколишнє середовище;
ПС	– повітряне судно;
ПТ	– повітряний транспорт;
СУ	– силова установка;
ТО	– технічне обслуговування;
ФС	– функціональна система;
ЦА	– цивільна авіація;
MRO	– Maintenance, Repair and Overhaul Systems – Технічне обслуговування, ремонт та капітальний ремонт;
SARP's	– Standard and Recommended Practices – Стандарти та рекомендовані практики.

ВСТУП

Цивільна авіація (ЦА) є однією з найбільших транспортних систем в світі. Повітряний транспорт України інтенсивно розвивається та намагається зайняти передові позиції у внутрішніх і міжнародних авіаційних перевезеннях. "Транспортна стратегія України на період до 2030 року в галузі ЦА передбачає [1]:

- розвиток магістральних і регіональних авіаперевезень,
- збільшення частки відправок пасажирів з аеропортів України в загальному обсязі відправок з 27,9 % у 2010 році до 37 % у 2030 році;
- забезпечення надійного авіасполучення між усіма її регіонами і стабільного функціонування повітряних ліній між ними;
- збільшення доступності повітряного сполучення для всіх верств населення;
- збільшення авіаційної рухливості населення з 0,41 у 2010 році до 1,23 у 2030 році [2].

Докорінне технічне переозброєння галузі можливе при:

- практично повному кардинальному оновленню і оптимізації структури парку повітряних суден (ПС) з реалізацій заходів державної підтримки придбання українськими авіакомпаніями ПС;
- зниженню середнього віку літаків з 20,4 років у 2010 р. у, до 11 років у 2030 р.;
- розвитку і впорядкуванні мережі аеропортів ЦА, у тому числі міжнародних, здійснення в пріоритетних аеропортах глибокої модернізації виробничих об'єктів;
- удосконаленні тарифного регулювання та посилення державної підтримки розвитку пасажирських перевезень;
- удосконаленні нормативно-правової бази підтримання льотної придатності (ЛП) ПС;
- підвищенні безпеки ЦА;
- зниженні питомої витрати авіаційного палива на 22 % за рахунок застосування більш економічних двигунів [1, 3].

Необхідною умовою реалізації системи інноваційних програмних заходів є ефективна виробничо-господарська діяльність основної ланки галузі – експлуатаційних авіапідприємств ЦА, транспорту і як наслідок, підтримання ЛП ПС, основних засобів виробництва ПС і їх компонентів – авіаційних двигунів (АД) і авіаційних електричних систем, пілотажно-навігаційних комплексів і тому інше.

Актуальність даної роботи полягає у наступному.

Технічне обслуговування (ТО) ПС – складова системи підтримання ЛП ПС, або, якщо звернутися до SARP's (Standard and Recommended Practices – Стандарти та рекомендовані практики) ICAO, саме складова частина системи MRO (Maintenance, Repair and Overhaul Systems – Технічне обслуговування, ремонт та капітальний ремонт). Безпека авіаційних перевезень, насамперед залежить від якості то ПС та його компонентів яка додає ефективності функціонуванню системи MRO в цілому.

Тому, у кваліфікаційній роботі розглядаються питання та надаються рекомендації, спрямовані на удосконалення процесів з управління системою MRO.

У всьому світі попит на послуги повітряного транспорту протягом декількох десятиліть стабільно підвищується. Так, наприклад, за останні 10-річчя, перевезене світовим авіаційним співтовариством, число пасажирів зросло на 45 % і збільшилася більш ніж в два рази в порівнянні з серединою 80-х років ХХ століття [4, 5, 6, 7].

Користуючись показниками Державного реєстру цивільних ПС України (за даними сайту Державної авіаційної служби), майже 90 % пасажирських перевезень здійснено літаками закордонної розробки та виробництва типу Boeing, Airbus, Saab, Embraer ERJ тощо, так слід відмітити, що ці типи ПС складають приблизно 35 % від усього парку ПС України.

У 2021 році чинний комерційний парк українських експлуатантів налічує 858 повітряних суден, у числі яких біля 300 ПС здійснюють регулярні авіаційні перевезення як пасажирів, так і вантажів. Спираючись на данні [8] розглянемо розподіл парку ПС за типами та типами двигунів у складі силової установки (СУ) (рисунок 1).

У ЦА України приходять все більш досконалі, більш надійні і більш ефективні ПС іноземної розробки та виробництва. Триває масова зміна магістральних повітряних суден на літаки останніх поколінь.

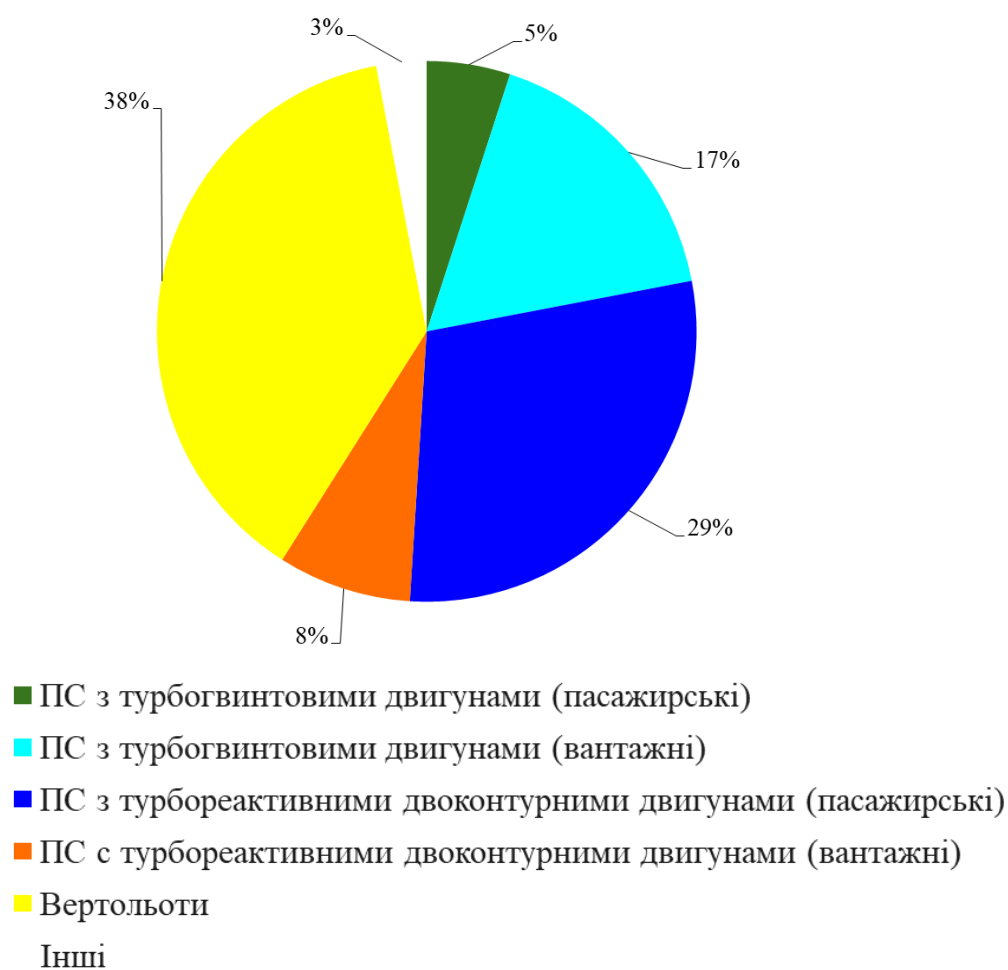


Рисунок 1 – Розподіл ПС за типами двигунів у складі СУ

Таким чином центр ТО об'єктивно змістився в бік забезпечення експлуатації іноземних ПС. У зв'язку з появою на авіалініях нових дорогих літаків, оснащених складними системами бортового обладнання і більш потужними СУ, значно зросли витрати на їх обслуговування.

У США витрати на ТО становлять 25-30 % прямих експлуатаційних витрат, щороку витрати підприємств США в секторі ТО становлять більш ніж \$ 300 мільярдів [9].

Відносно високі ціни сучасних літаків Ан-178 в цінах 2007 року коштує \$ 35 млн., Ан-148 в цінах 2008 року – \$ 87 ÷ 92,8 млн., Boeing-757-200 в цінах 2002

року – \$ 80 млн., Вартість Boeing-787 становить \$ 194 ÷ 205, 5 млн. привели до підвищення вартості кожної години простою літаків (годину планового простою літака Ан-178 оцінюється приблизно в 1662 доларів [10].

Але, в той же час, Україна є авіаційною державою, тому необхідно звертати увагу на оновлення парку ПС за рахунок власних розробок. У зв'язку з цим розглянемо мету та окремі шляхи і способи розв'язання проблеми, які затверджено державною цільовою науково-технічною програмою розвитку авіаційної промисловості на 2021-2030 роки [11].

Метою програми є створення умов для реалізації інноваційних досліджень і розроблення нових конкурентоспроможних авіаційних технологій, матеріалів, виробничих процесів та обладнання, проведення випробувань, реалізація і впровадження яких дасть змогу забезпечити рентабельне серійне виробництво високотехнологічної авіаційної техніки (АТ) в Україні, розробити зразки нових конкурентоспроможних моделей серійних, модернізованих пасажирських і вантажних літаків, вертольотів, двигунів, малошумних гвинтів, авіаційних тренажерів, іншої техніки, а також сприятиме її експорту на зовнішній ринок [11].

Результати аналізу стану вітчизняної авіаційної промисловості свідчать про наявність комплексу проблем, розв'язання яких потребує державних преференцій та стимулів і використання програмно-цільового методу. До таких проблем, зокрема, належать [11]:

- відсутність або недостатність ресурсного (фінансового, матеріального, кадрового) забезпечення для виконання поточних і формування перспективних замовлень на поставку АТ;

- недосконалість законодавства та існуючих фінансових умов для збереження і розвитку внутрішнього ринку та просування продукції авіабудування на зовнішній ринок;

- негармонізованість нормативно-технічної бази з питань проектування та виробництва АТ з відповідною документацією провідних іноземних виробників;

- відсутність ефективних систем довгострокового кредитування зовнішньоекономічних контрактів і лізингу;

– мінімальні обсяги виробництва і продажу АТ та надання послуг у зв'язку із скороченням ємності та зміною структури ринку авіаційних перевезень на території України та країн Співдружності Незалежних Держав, складністю виходу на зовнішній ринок внаслідок недостатніх державних преференцій щодо експорту вітчизняної АТ, незадовільним фінансово-економічним станом підприємств авіаційної промисловості та критичним станом їх основних виробничих фондів і структури кадрового потенціалу;

– недосконалість вітчизняної системи реалізації основних етапів життєвого циклу АТ: маркетинг, дослідження, розроблення, виробництво, супроводження в експлуатації;

– незначний обсяг участі вітчизняних авіаційних підприємств у міжнародних авіаційних проектах, що ускладнює їх доступ до сучасних технологій та принципів організації авіаційного бізнесу, а також на зовнішній ринок АТ;

– незначна питома вага “нематеріальної” складової в активах підприємств і “нематеріальних” товарів у загальному обсязі експорту внаслідок недостатніх витрат галузі на науково-дослідні, дослідно-конструкторські та дослідно-технологічні роботи;

– неефективність існуючих механізмів стимулювання інвестиційної та інноваційної діяльності в авіаційній галузі;

– відсутність ефективних форм і методів надання державних преференцій авіаційній галузі з урахуванням вимог СОТ, неефективність структури управління галуззю в умовах сучасного конкурентного середовища.

Досвід показує, що експлуатаційні витрати є однією з найбільш регульованих статей витрат підприємства, і зниження експлуатаційних витрат у результаті підвищує продуктивність. Надходження нових закордонних ПС у вітчизняну ЦА виявило ряд істотних проблем, у тому числі і в управлінні виробничими процесами ТО ПС. Виявлення оцінок і факторів управління ТО ПС набуває особливої актуальності і вимагає всебічного аналізу. Останні дослідження показують, що для багатьох великої і складної продукції і систем, ТО складає від 60 % до 75 %

вартості їх життєвого циклу [12, 13]. Таким чином, роль ремонтпридатності, технічного обслуговування і надійності стає все більш значущою [14].

Все це зобов'язує авіакомпанії розробляти і впроваджувати заходи щодо підвищення ефективності і рентабельності використання парку ПС, що включають вдосконалення методів управління виробничими процесами ТО ПС, форм, організації ТО для забезпечення прийняттого рівня безпеки польотів (БП), скорочення трудовитрат і простоїв ПС на ТО.

Технічне обслуговування ПС є складовою частиною експлуатації ПС і включає в себе організацію і виконання робіт, визначених програмою ТО, а також щодо усунення відмов і неполадок, виявлених в польоті і в процесі обслуговування ПС, проведення доробок, виконання разових оглядів, поточного та капітального ремонтів, заміни компонентів і т.д.

Багато вітчизняних і закордонних вчених займалися свого часу питаннями управління виробничими процесами ТО ПС, але багато нагальних проблем сьогодення залишилися не виявленими і не досить вирішеними, як наприклад, управління технологічністю і ремонтпридатністю ПС та його компонентів, управління якістю ТО, забезпечення надійності управління виробничими процесами для забезпечення та підтримання ЛП ПС та БП в сучасних умовах експлуатації нових для українських авіапідприємств іноземних ПС, запобігання помилок персоналу при ТО ПС, методи підвищення продуктивності праці при обслуговуванні ПС і багато інших в сучасних ринкових умовах господарювання.

У міру розвитку ЦА дедалі актуальнішими стають завдання підвищення ефективності використання ПС. Це можливо лише на основі впровадження нових типів ПС, що відповідають сучасним вимогам, а також прогресивних технологій її ТО і управління виробничими процесами, при цьому головною метою залишається – удосконалення систем підтримання ЛП ПС.

Відомо, що один і той же тип ПС при різних системах його ТО буде по-різному забезпечувати рентабельність експлуатації і БП. Збільшення числа польотів вимагає звернення більшої уваги до забезпечення БП.

У США робота комерційної авіаційної команди безпеки Commercial Aviation Safety Team. дозволила підвищити рівень БП за період з 1998 по 2010 рік на 83 % і ставиться стратегічна мета за період з 2010 по 2025 роки досягти 50 % -го зниження ризику [15].

Отже, необхідно враховувати призначення і особливості експлуатації даного типу ПС, його експлуатаційно-технічні характеристики, обрану систему ТО, можливості забезпечення БП і рентабельності комерційної експлуатації ПС.

Відповідно до переоснащенням парку ПС України кращими літаками іноземного виробництва, найбільш актуальним завданням є системне вивчення зарубіжного передового досвіду управління процесами експлуатації ПС та його компонентів з метою розробки нових методів і застосування їх у вітчизняних авіакомпаніях.

Отже, враховуючі вищенаведене, можемо сформулювати основні складові дослідження в рамках даній кваліфікаційної роботи.

Об'єкт дослідження – технічне обслуговування повітряного судна та його компонентів.

Предмет дослідження – система підтримання льотної придатності ПС.

Методи досліджень – статистичні, математичне моделювання.

Мета дослідження – розробка методичних основ та рекомендацій задля підвищення ефективності функціонування системи підтримання ЛП ПС.

Для досягнення поставленої мети, необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити стан реєстрового парку комерційних ПС України;
- визначити та обґрунтувати фактори, які впливають на рівень льотної придатності ПС та його компонентів;
- розробити методичні основи управлінням льотною придатністю ПС та його компонентів з урахуванням факторів впливу;

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПОВІТРЯНОГО ТРАНСПОРТУ ЯК ОБ'ЄКТУ УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ

1.1 Аналіз авіаційних перевезень та чинники впливу на них

Аналіз стану ПС як об'єкта управління авіаперевезеннями показує, що розвиток літакобудування та ПС визначається попитом на авіаперевезення.

Пасажиरोоборот світового повітряного транспорту (ПТ) в 2013 році склав 5,8 трлн. пасажиро-кілометрів, вантажообіг – 190,8 млрд. тонна-кілометрів, кількість перевезених пасажирів – 3,1 млрд. чоловік.

Обсяги роботи українського авіаційного транспорту за даними 2019 року склав: по пасажирообігу – 107,9 млрд. пасажиро-кілометрів, по вантажообігу – 294,0 млн ткм, з перевезень пасажирів – 13705,8 тис. чоловік [16, 17].

Ринок авіаперевезень в Україні можна вважати усталеним. Це пов'язано з підвищенням конкурентоспроможності ПТ в порівнянні з залізничним транспортом на ринку далеких пасажирських перевезень, розвитком процесів інтеграції авіаційних перевізників в світовий ринок, зі структуризацією і консолідацією ринку.

Прийняття та введенням в дію Україною Європейських авіаційних правил EASA (European Aviation Safety Agency – Європейська агенція з безпеки польотів) таких як, наприклад: Part-21, Part-66, Part-145, Part-147, Part-M, EU-OPS1 та EU-OPS1, також сприяло виходу українських перевізників на світовий ринок.

Однак, пандемія, яка пов'язана з поширенням захворювання на COVID-19, призвела до зниження пасажирообігу, пасажиропотоку та обсягів вантажного авіаперевезення у 2020-2021 роках.

Ринок міжнародних і внутрішніх пасажирських і вантажних авіаційних перевезень в попередні роки розвивався динамічно. Ринкову поведінку структури авіаперевезень регулюється певними нормами і правилами, встановленими відповідними економічними і соціальними відносинами, які є елементами цієї структури. Обсяги авіаперевезень визначають потребу в парку ПС. У 2010 р. частка перевезень на іноземних літаках в складі українського парку зросла до 83 %.

Частка сучасних вітчизняних літаків в пасажирообігу зберігалася на рівні 6%. Рівень оснащення авіакомпаній ПС нового покоління не забезпечує конкурентоспроможність українських авіаперевізників на світовому ринку авіаперевезень. Умови безмитного ввезення, створені кілька років тому в Україні справили необхідний ефект.

З 2009 року почався відчутний ввезення іноземних регіональних літаків: CRJ-200, SAAB-2000, ATR-42, ATR-72, Embrier-120, Pilatus-12, Cessna Caravan. Лідерами серед що поставляються в Україну літаків є західні ПС серії A320 і Boeing сімейства 737, частка яких в загальному обсязі поставок в даний час наблизилася до 90 % [8]. Для підтримання ЛП ПС відповідно до вимог нормативно-технічної документації та вимог виробників ПС та його компонентів необхідно регулярно проводити роботи з ТО.

Авіаперевезення ЦА схильні до впливу зовнішнього середовища, політичні, соціальних, мікроекономічних, макроекономічних, мезоекономічних та технологічних чинників.

До зовнішнього середовища відносяться не тільки метеорологічні явища атмосфери, які ускладнюють функціонування авіаційно-транспортної системи (АТС), але і чинники, що впливають на обсяг пасажирських (вантажних) перевезень, на процес і результати авіатранспортної діяльності, до яких відносяться такі показники макроекономічних чинників: динаміка валового внутрішнього продукту, поява нових сегментів ринку авіаперевезень, девальвація валюти і коливання курсу гривні, динаміка чисельності населення, коливання ринку авіаперевезень, державна підтримка і регулювання функціонування авіаційної галузі, зокрема, авіаперевезень.

До мікроекономічних чинників, що впливають на діяльність авіатранспортної системи, відносяться модернізація ПС, паливна ефективність ПС, динаміка вартості капіталу, вартість авіатранспортної продукції, стан технології обслуговування авіапасажирів, розвиток інфраструктури ПТ, рівень доходів населення, демографічні умови, доступ авіапасажирів до послуг аеропорту.

До мезоекономічних чинників, що знаходяться між макро і мікро економічними чинниками, відносяться економіка галузей, економічні процеси на рівні галузей народного господарства і великих об'єднань, економіка видів виробничої діяльності, економіка регіонів, сукупність підприємств і організацій, які проявляються як групи об'єктів, і як система групових об'єктів [18].

До політичних чинників належать наміри органів державної влади в відношення розвитку суспільства, політична ідеологія і засоби здійснення політики.

До соціальних чинників належать якість життя населення, звичаї і віросповідання, людські цінності, рівень освіти, мобільність населення, ринок робочої сили.

До технологічних чинників належать модернізація парку ПС, тенденції ринку авіаперевезень, прогрес науки і техніки, динаміка технологічних компонентів зовнішнього середовища.

Відомий американський фахівець в сфері управління П. Друкер пише: «...Успіх будь-якого підприємства сьогодні залежить не від наявних в його розпорядженні ресурсів, що не від обсягу грошових коштів і навіть не від сприятливої господарської середовища, а від управління, його якості і ефективності...» [19].

1.2 Стан реєстрового парку комерційних повітряних суден в Україні

У даний час, станом на листопад місяць 2021 року, для виконання комерційних авіаційних перевезень, у Державному реєстровому цивільних України ПС переважають літаки закордонної розробки та виробництва, а саме: ATR 72-212A, сімейство літаків Airbus типів 319, 320, 321, сімейство літаків Boeing типів 737, 757, 767, 777, сімейство літаків Embraer типів 145, 190, літаки типу Hawker 800XP, SAAB 340B. Аналізуючи данні [8], 108 цивільних ПС суден парку України здійснюють саме пасажирські перевезення, з них – 98 суден закордонної розробки та виробництва, та лише 9 ПС Ан-24, Як-40, Ан-140 та Ан-148, отже 91 % ПС – закордонні. На підставі даних [8] проаналізуємо частку закордонних типів ПС у парку України (рисунок 1.1).

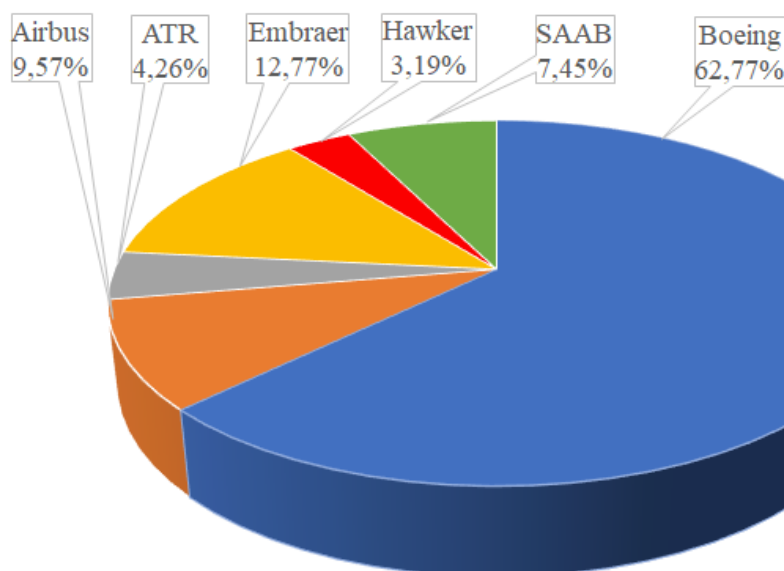


Рисунок 1.1 – Частка ПС закордонного виробництва у реєстровому парку цивільних ПС України

Однак, слід відмітити, що вантажні перевезення здійснюються за рахунок таких типів пострадянської розробки та виробництва ПС та їх модифікацій, як: Ан-124, Ан-26, Ан-12, Іл-76 та Ан-225. Враховуючі данні [8] маємо 65 літаків. На рисунку 1.2 наведено відсотковий розподіл участі зазначених типів ПС у вантажених перевезеннях.

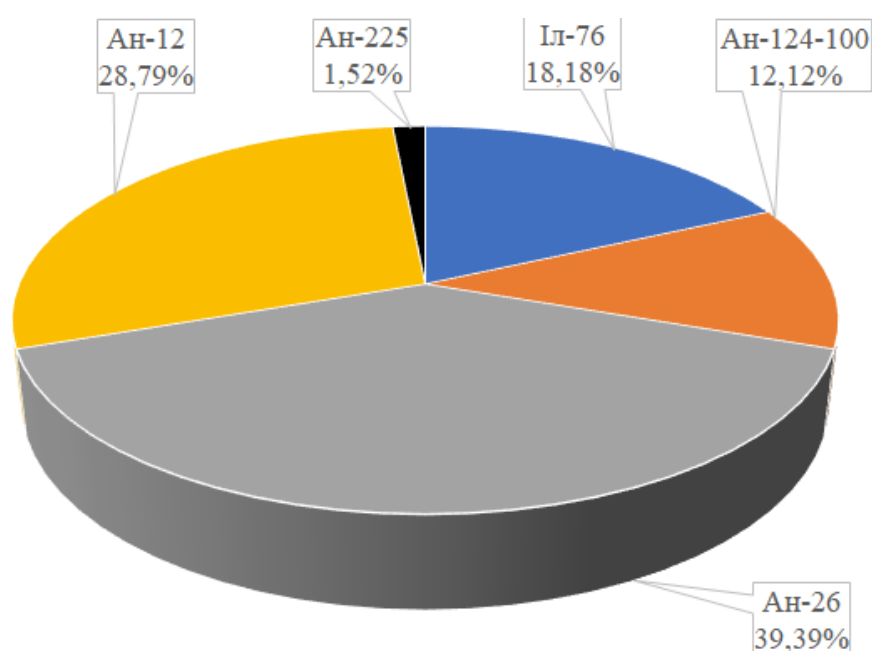


Рисунок 1.2 – Частка вітчизняних вантажних ПС у реєстровому парку цивільних ПС України

Стосовно наявності у реєстрі України вертольотів, слід відмітити на переважну більшість ПС таких типів та їх модифікацій як: Мі-8, Мі-2, Ка-32 [8]. На рисунку 1.3. наведено розподіл у реєстровому парку за типами вертольотів, що виконують саме авіаційні роботи [8].

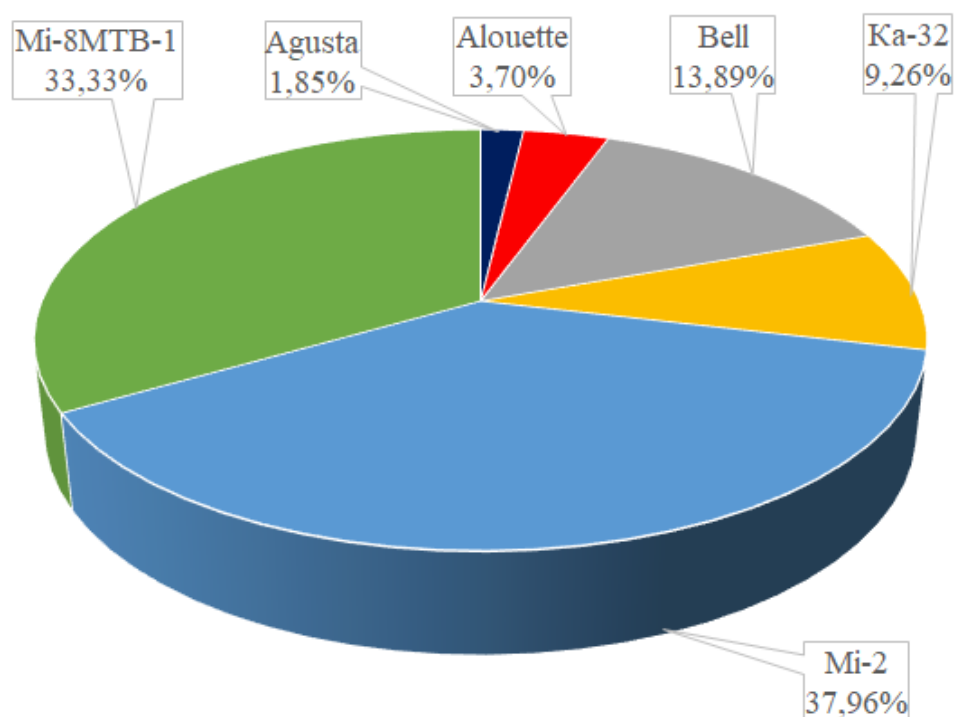


Рисунок 1.3 – Кількісний розподіл між типами вертольотів у реєстровому парку цивільних ПС України

Для вирішення комплексу питань розвитку ринку авіаперевезень в даний час існують два напрямки.

Перший напрямок пов'язаний зі створенням умов вигідного придбання українськими авіакомпаніями нових ПС вітчизняного виробництва.

Другий напрямок пов'язаний з реалізацією умов і можливостей безпечної експлуатації літаків, що мають тривале напрацювання.

Потрібні кардинальні рішення в області оновлення АТ, підтримання ЛП старіючого парку ПС. Рішень щодо зміни методології обслуговування тривало експлуатованого парку як вітчизняних, так і іноземних ПС поки що немає, в свою чергу, це обмежує реалізацію умов безпечної експлуатації ПС, які мають тривале напрацювання і знаходяться в експлуатації.

Нові економічні відносини в Україні, що спричинили зміну державного регулювання, принципів управління на ПТ, зумовили істотне зміну вимог в частині ТО, а саме у системі підтримання ЛП ПС. Замість проголошеного системного підходу до вирішення завдань підтримання ЛП ПС в Україну хлинув потік застарілих ПС іноземного виробництва. Аналіз інформації по стану парку цивільних ПС і нормативних документів показує, що термін «застарілі ПС або старіючі» в світовій практиці не має об'єктивного визначення. За термінологією, прийнятою в країнах Європи і США, термін «Старіючий» відноситься до ПС, що має термін служби 15 і більше років.

Численна кількість учасників ринку говорить про те, що ринок ТО ПС в Україні дуже конкурентоспроможний, особливо в сегментах лінійного і базового ТО, і в короткостроковій перспективі дана конкуренція буде тільки посилюватися.

Розвиток ринку ТО ПС і їх компонентів в Україні в найближчому майбутньому буде визначати поліпшення планування ТО, зростання частки аутсорсингу – використання зовнішнього джерела / ресурсу ТО, впровадження ефективних рішень з боку ІТ-простору, збільшення кількості доступних деталей і компонентів. Сьогодні близько 91 % всіх перевезень України припадає на ПС західного виробництва. Природно так само кардинально змінився і ринок ТО ПС.

Управління виробничими процесами ТО ПС повинне враховувати експлуатаційні характеристики ПС, виробничі програми ТО, кадрове забезпечення, матеріально-технічне забезпечення і має будуватися з урахуванням реалізації принципів і стратегії «експлуатації за станом».

Технічне обслуговування ПС являє собою частину загального процесу функціонування АТС.

Авіаційно-транспортна система це система складного динамічного процесу авіаперевезень, пов'язаного з комплексним використанням ПС, використанням різноманітних технічних засобів забезпечення польотів ПС, організацією наземних служб забезпечення і контролю польотів, що включають сукупність ПС, комплексу наземних засобів з підготовки та забезпечення польотів, експлуатаційного авіаційного персоналу, програми управління процесами експлуатації ПС і є

мінімальною організаційною структурною одиницею ЦА, що зберігає всі основні властивості і функції галузі в цілому.

Авіаційно-транспортна система володіє усіма особливостями, притаманними складним технічним системам:

- наявність єдиної мети;
- керованість;
- взаємозв'язок елементів;
- ієрархічна структура.

Всі ці особливості, спрямованими на виконання в повному обсязі завдань, покладених на розглянуту систему щодо забезпечення безпеки і регулярності польотів, інтенсивності використання та економічної ефективності експлуатації повітряних суден.

Авіаційно-транспортна система виконує функції підготовки, забезпечення та виконання польоту. Нормальний ритм функціонування АТС порушується збуджуючими впливами під впливом несприятливих метеорологічних явищ в аеропортах і на повітряних трасах ЦА, зміною технічного стану ПС, невиконанням планів ТО ПС, перенесенням термінів виходу ПС з ТО, неготовністю ПС і екіпажів до виконання рейсів, коливаннями попиту на авіаперевезення і ін.

1.3 Загальний стан безпеки польотів за 2016-2020 роки

Згідно з даними, що надійшли до Національного бюро з розслідування авіаційних подій (АП) та інцидентів з цивільними ПС [20-24], у звітній період, під час експлуатації цивільних ПС України з виконання пасажирських та вантажних перевезень, здійснення авіаційних робіт, навчально-тренувальних польотів та експлуатації ПС авіації загального призначення, що внесені в Державний реєстр цивільних ПС сталися:

- катастрофа – 15;
- аварія – 19;
- серйозний інцидент – 17;
- інцидент – 193;
- подія з ПС іноземної реєстрації – 259.

Проведений детальний аналіз стану БП за звітній період, дозволив отримати результати щодо щорічного розподілу подій, що дало змогу відслідкувати динаміку (рисунки 1.4-1.5).

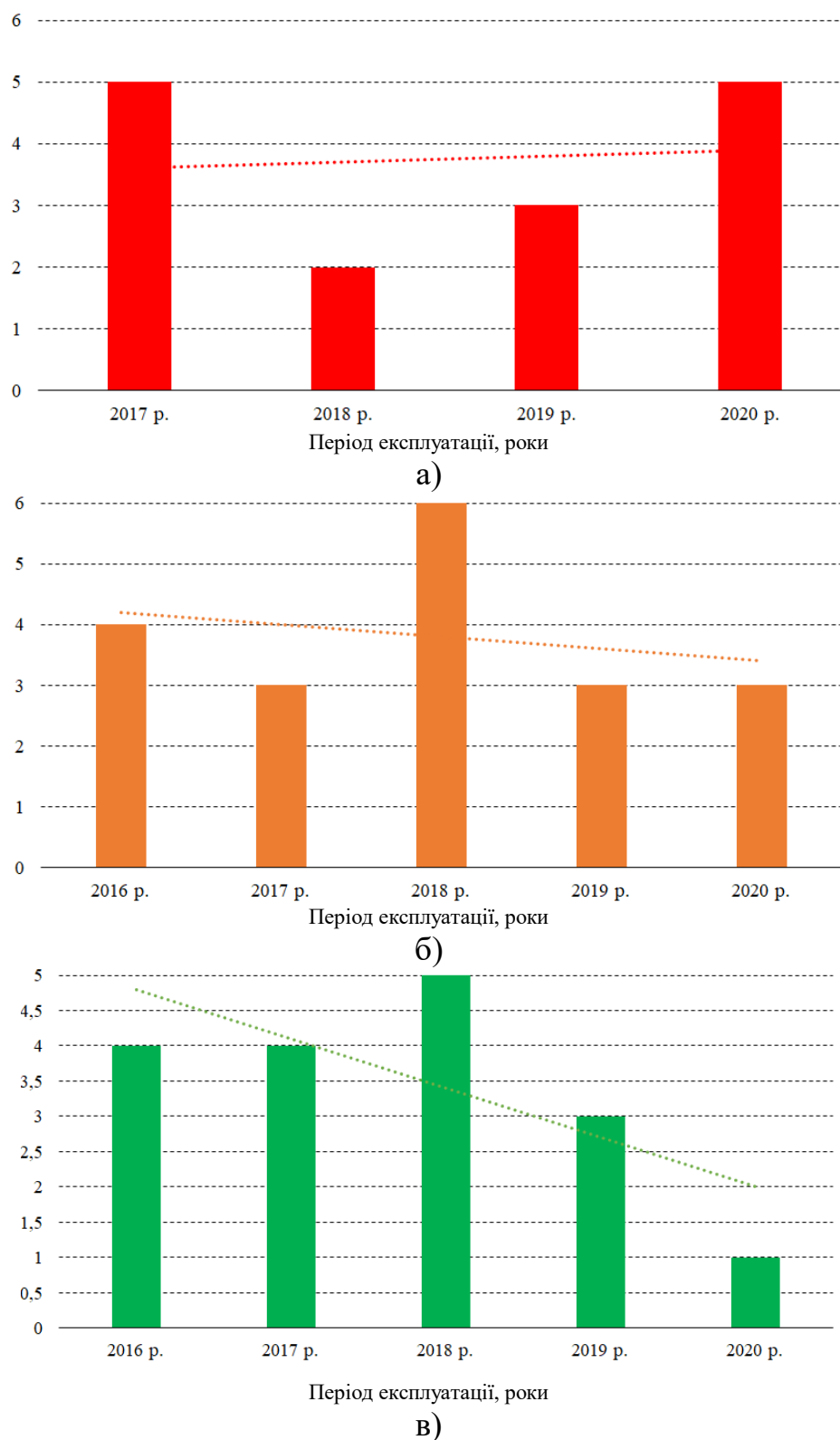
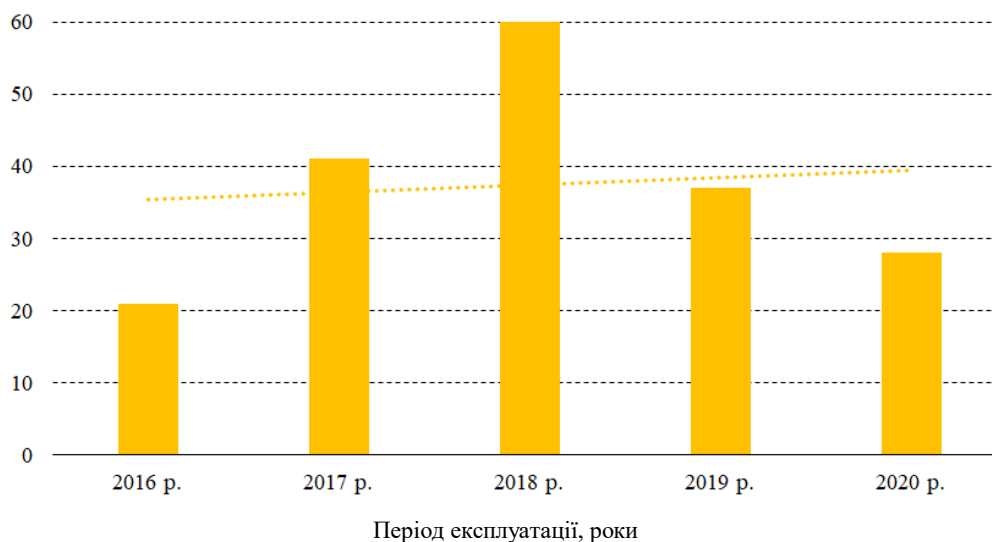
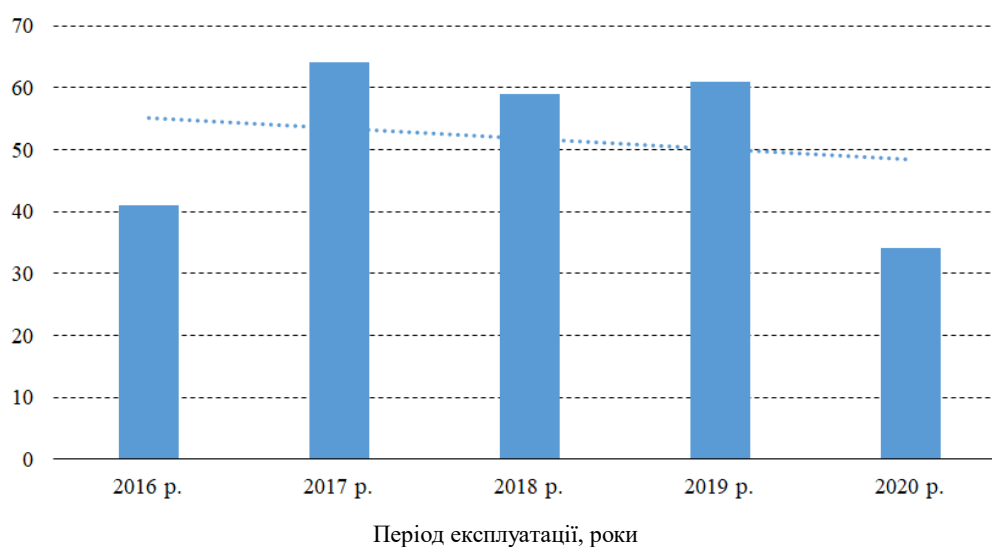


Рисунок 1.4 – Розподіл подій із ПС Державного реєстру:

а) – катастрофа; б) – аварія; в) – серйозний інцидент



а)



б)

Рисунок 1.5 – Розподіл подій із ПС Державного реєстру та іноземних:
а) – інцидент; б) – ПС іноземної реєстрації

Розглянемо розподіл АП з комерційними ПС за факторами прояву в період з 2016 р. по 2020 р. [20-24] (рисунок 1.6), при цьому, факторами, що розглядаються є: людський чинник (диспетчер, екіпаж), людський чинник при ТО та засліплення екіпажу лазером, навколишнє середовище, у тому числі орнітологія, виробничо-конструктивні недоліки.

Відносні показники аварійності цивільних ПС, що внесені в Державний реєстр цивільних ПС України (K_{Af} – коефіцієнти аварійності) за звітній період, при виконанні регулярних комерційних, нерегулярних комерційних та некомерційних

відповідно до [20] розрахуємо за формулою: $K_{Ai} = N \cdot 100000 / T$, де N – кількість АП; T – наліт годин за аналізований період; 100000 – критерій порівняння, 100 000 годин нальоту. Результати розрахунку таких показників як, коефіцієнти аварійності (катастрофи, аварії, серйозні інциденти) продемонстровано на рисунку 1.7.

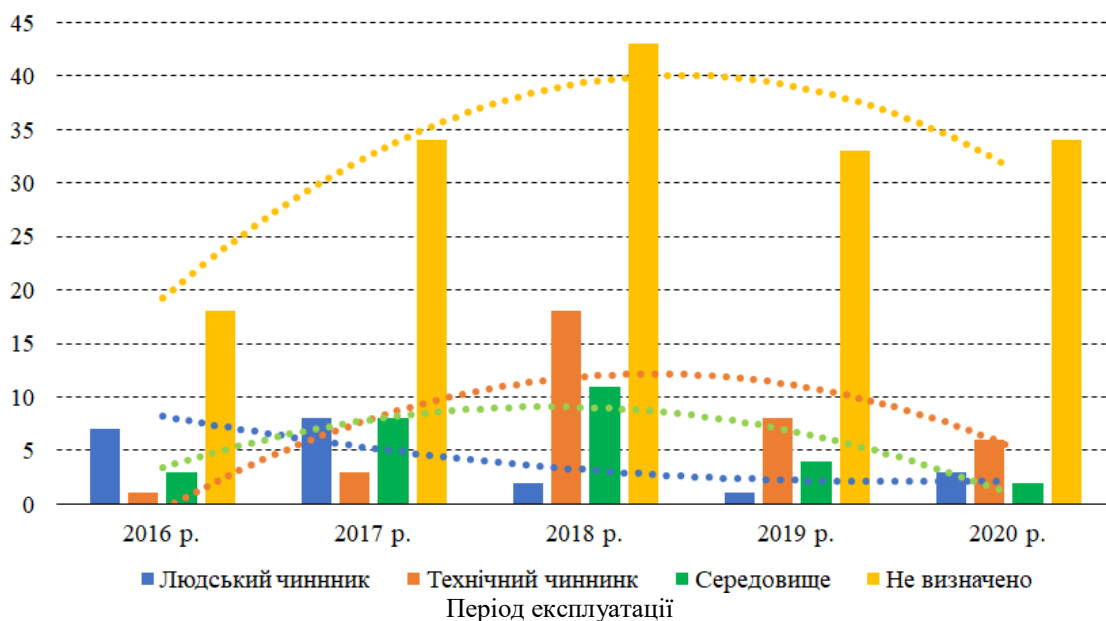


Рисунок 1.6 – Розподіл АП та інцидентів з цивільними ПС України по факторах

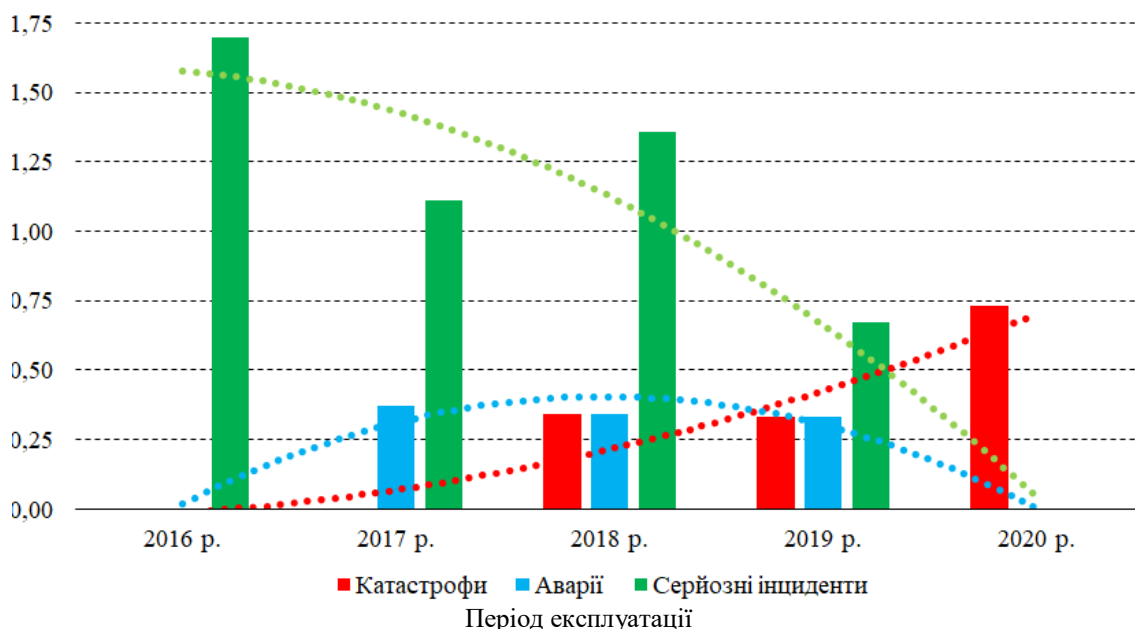


Рисунок 1.7 – Коефіцієнти аварійності ПС за роками при виконанні регулярних комерційних, нерегулярних комерційних та некомерційних польотів

За інформацією ІСАО, 2017 рік став самим безпечним роком за всю історію міжнародної авіації [21].

Під час виконання комерційних польотів на літаках з масою більше ніж 5700 кг, в середньому відбувалося 1,93 АП на 1 мільйон польотів.

За останні 10 років кількість АП, що виникають у світі скоротилася більше ніж у двічі, а кількість загиблих зменшилась більше ніж у десять разів, що не може не викликати задоволення у людей, які користуються послугами ПТ.

Враховуючи високу катастрофічність АП, що можуть призводити до величезних матеріальних збитків та втрати людських життів, навіть одна подія – це дуже багато. Тому необхідно докладати максимальних зусиль для збереження цього вражаючого показника [21].

У 2018 році при виконанні транспортних перевезень ПС української реєстрації, відносні показники стану БП в цілому за останні 4 роки погіршилися.

До погіршення показників призвела катастрофа літака L-410 UR-TWO, що сталася в Південному Судані при виконанні рейсу Джуба – Їроль, внаслідок якої загинуло 20 людей, та збільшення кількості серйозних інцидентів до чотирьох. Внаслідок збільшення кількості серйозних інцидентів (на 1), коефіцієнт аварійності по серйозному інциденту у порівнянні з 2017 роком збільшився на 0,25 (до 1,36).

Не зважаючи на незначне покращення відносного показника аварійності (0,34) у порівнянні з показником попереднього року (0,37), аварія ПС MD-83 UR-CPR, що сталася в аеропорту Жуляни, є першою аварією, що сталася під час викочування транспортного ПС за межі злітно-посадкової смуги (ЗПС) за останні 5 років на території України.

В попередні роки такі події призводили до незначних наслідків та класифікувалися як серйозні інциденти (Аналіз стану БП з цивільними повітряними суднами України за результатами розслідування АП та інцидентів у 2013-2017 роках). Відповідно до статистичних даних, зібраних протягом 2013-2018 року, при виконанні транспортних перевезень на аеродромах України сталося 11 викочувань за межі ЗПС літаків української та іноземної реєстрації, тобто 1 з 11 випадків призвів до аварійних наслідків [22].

У 2019 році при виконанні транспортних перевезень ПС української реєстрації, відносні показники стану БП у порівнянні з минулим роком зменшились, але різниця між показниками залишається дуже незначною.

На це вплинуло тільки збільшення обсягу нальоту на 4,3 %. В цілому, якщо не враховувати обсяги нальоту, то абсолютні показники аварійності за катастрофами та аваріями не змінилися і залишаються на такому ж рівні як і в попередньому році. Внаслідок зменшення кількості серйозних інцидентів (на 2), коефіцієнт аварійності по серйозному інциденту у порівнянні з попереднім роком зменшився у 2 рази (0,67).

Як і у 2018 році, найбільш аварійною категорією при виконанні транспортних перевезень залишаються зіткнення керованого ПС з землею [23].

У 2020 році при виконанні транспортних перевезень ПС української реєстрації, відносні показники стану БП у порівнянні з 2019 роком погіршилися внаслідок збільшення кількості АП та зменшення годин нальоту у 2 рази (через пандемію COVID-19). До погіршення показників призвела катастрофа літака Boeing-737 UR-PSR який виконував рейс PS752 за маршрутом Тегеран – Київ. Катастрофа сталася внаслідок збиття літака ракетою ЗРК ТОР-М1 Корпусом вартових Ісламської Революції. Внаслідок цієї атаки загинуло 176 осіб, що перебували на борту літака, серед яких було 11 громадян України.

Внаслідок зменшення годин нальоту у 2 рази, коефіцієнт аварійності по катастрофах у порівнянні з попереднім роком збільшився на 0,4 (до 0,73) [24].

1.4 Аналіз поняття системи та її класифікація

Система являє собою набір взаємодіючих або взаємозалежних складових частин, утворюючи складне єдине ціле. [1, 24] Кожна система окреслена її просторовими і часовими межами, в оточенні і під впливом його оточення, описаної за своєю структурою і метою, і виражається в її роботі.

Поняття системи використовується в різних аспектах вивчення як природного середовища, так і в активній сфері діяльності людини. Розглянемо деякі підходи до технічних і виробничих систем. При цьому дані класифікації не

вичерпують всіх підходів до вивчення систем, наявних в літературних джерелах.

Теорія систем являє собою наукову дисципліну, яка використовується для опису і аналізу сукупності взаємопов'язаних і упорядкованих кінцевих змінних без урахування їх конкретної природи.

Системою називається сукупність елементів, освічена і упорядкована за певними правилами з їх кінцевого безлічі. Між елементами системи існують певні відносини.

У сучасній економіці досить широко використовується поняття виробничих систем, але в той же час підходи до проблеми ефективності організацій ще досить розпливчасті. Це відноситься до наукових позицій дослідників з проблем ефективного управління виробничими системами.

Технічна система являє собою об'єкт штучного походження, який складається з складових матеріальних частин, що розрізняються властивостями, які виявляються при взаємодії компонентів систем, об'єднаних інформаційними зв'язками передачі потоків інформації і вступають в певні відносини між компонентами і з зовнішнім середовищем, спрямовані на забезпечення процесу зміни або підтримки стану і виконання заданих функцій системи, визначених метою і призначенням.

В теорії технічних систем розрізняють системи типу "об'єкт", елементами яких є предмети, і системи типу "процес", елементами яких є операції (наприклад, виготовлення, технічне обслуговування, ремонт).

Термін "процес" означає, що щось відбувається, відбувається, тобто змінюється з плином часу. Будь-яка система має такі властивості: цілісність, членування, зв'язками, організаційними факторами і інтеграційними якостями.

Виробнича система (від грец. Sistem – ціле, складене з частин, з'єднання) складається з безлічі елементів, що знаходяться у відносинах і зв'язках один з одним, утворюють певну цілісність, єдність.

Важливою ознакою виробничої системи є те, що це єдність створюється для цілеспрямованої діяльності. Структура системи характеризується співвідношенням підсистем. Підсистема – це набір елементів, що представляють певну частку або чи автономну область, всередині системи (наприклад, економічна, організаційна,

фінансова, технічна підсистеми).

Виробнича система має такі властивості:

- система прагне зберегти свою структуру (це властивість ґрунтується на об'єктивному законі організації - закон самозбереження);

- система має підсистему управління (як елемент спеціалізації підсистем на більш низькому рівні ієрархії);

- система формує системні ефекти (внаслідок взаємодії входять до неї елементів). Застосовуючи системний підхід до організації як функції управління, можна стверджувати, що вона повинна як система включати в себе процес створення цілей організацій і саму цільову організацію, що реалізує цей процес.

Природні системи створені природою, іноді – людиною.

Штучні системи створюються людиною для реалізації його цілей, не виконуються природними процесами.

Відкриті системи характеризуються відкритим характером зав'язків із зовнішнім середовищем і сильною залежністю від неї.

Закриті системи характеризуються переважно внутрішніми зв'язками і створюються для задоволення циклічних процесів.

Детерміновані – передбачувані системи функціонують за заздалегідь заданими правилами і з наперед визначеним результатом.

Стохастичні (ймовірні) системи характеризуються важкопередбачуваними входними впливами зовнішнього і (або) внутрішнього середовища та вихідними результатами.

М'які системи характеризуються високою чутливістю до зовнішніх впливів, а внаслідок цього – слабкою стійкістю.

Жорсткі системи – це зазвичай авторитарні системи, засновані на високому професіоналізмі невеликої групи керівників організацій.

Технічна система (підсистема) організації включає основні засоби, виробничі приміщення, будівлі, споруди, обладнання, спеціальну техніку, працівники та посадові інструкції, технічну і виробничу документацію, персонал, сертифікати та інші елементи, які мають інструкції для користувача.

Соціальна система (підсистема) характеризується стосунками людей в організації (виробничий колектив, неформальна організація).

Системи можуть бути також простими і складними, активними і пасивними, що спостерігаються і що піддаються впливу і т.д. Як буде показано далі, характеристики систем можуть бути практично будь-якими в залежності від цілей їх вивчення і використання в управлінських рішеннях.

Часто системний аналіз і системний підхід розглядаються як синоніми. Іноді системний аналіз розглядається як частина системного підходу. Часто основою системного аналізу вважають загальну теорію систем і системний підхід.

Системний аналіз – методологія пізнання навколишньої дійсності, що припускає, що всі в світі системно, тобто будь-який об'єкт вивчення є системою, що складається з елементів, і сам є елементом системи більш високого порядку – зовнішньої системи.

Системний аналіз, як і будь-який аналіз в процесі вивчення будь-якого об'єкта, – це процес розкладання цілого на частини з метою пізнання механізму функціонування для використання в будь-яких практичних управлінських рішеннях.

Під системою з позицій системного аналізу слід розуміти таку сукупність складових елементів, яка в єдності дає нові знання для управлінської діяльності.

Тому системний аналіз повинен забезпечувати не тільки вивчення об'єкта частинами, а й з'ясування ключових позицій процесу взаємодії елементів системи, розглянутих особою, яка приймає рішення. Система дає знання для нової сфери діяльності – в цьому і полягає її системний ефект, а особа, яка приймає рішення, описує її для отримання нових знань. Основоположними поняттями системного підходу є вхід, процес, вихід, зворотний зв'язок.

Висновки до розділу 1

Проаналізовано чинники впливу на авіаційні перевезення.

Визначено, що основними чинниками впливу, на погляд автора є:

- обмеження пасажирського та вантажного обігу, що пов'язано з обмеженнями, викликаними пандемією COVID-19;
- кількісні та якісні показники комерційного парку ПС, саме застарілі типи повітряних суден;
- рівень безпеки польотів;
- стан та функціонування сфери льотної придатності повітряних суден та їх компонентів.

2 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

2.1 Функціональне та процесне керування

Мінімальна структура організації (рисунок 2.1) може бути представлена у вигляді взаємодії наступних трьох елементів [8]:

- керуюча система ;
- керована система;
- допоміжне та обслуговуюче виробництво.

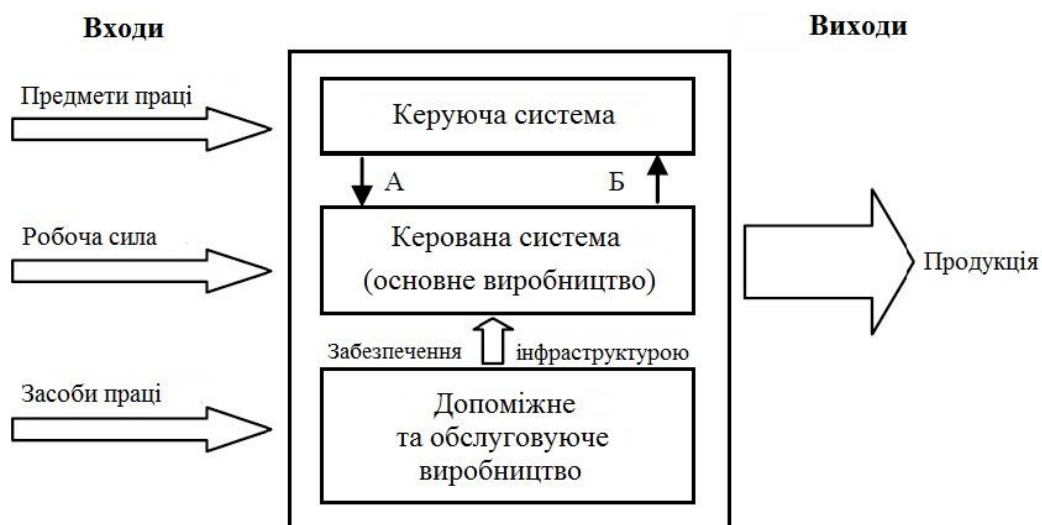


Рисунок 2.1 – Внутрішня структура організації

Управляюча підсистема – це організаційно виділений елемент виробничої системи, який спеціалізується на виконанні функції управління. Якщо при проведенні системного аналізу були відомі тільки входи та виходи, системи, що вивчається, то тут виникає – і це головне в штучній системі – процес досягнення цілі та його випереджаюче моделювання в системі управління.

Системні ефекти формуються при створенні штучних систем, тобто тільки при реалізації системного підходу кінцевим його результатом є створення нової штучної системи. Звичайно, можна розглядати в якості системного ефекту та отримання нових знань в результаті системного аналізу, що ймовірно, потребує більш серйозних філософських роздумів про методологію пізнання. Але поки що залишимо це за межами проблематики підвищення ефективності виробництва.

Функція управління – це постійно повторюваний керівничий вплив на керовану підсистему. Кожен керівник або особа, яка приймає рішення, послідовно здійснює функції управління.

Планування встановлення цілей і процесів, необхідних для досягнення цілей, планування робіт по досягненню цілей процесу і задоволення споживача, планування виділення і розподілу необхідних ресурсів. Виконання запланованих робіт. Перевірка збір інформації та контроль результату на основі ключових показників ефективності, отриманого в ході виконання процесу, виявлення і аналіз відхилень, встановлення причин відхилень.

Вплив (управління, коригування) забезпечує вжиття заходів щодо усунення причин відхилень від запланованого результату, зміни в плануванні і розподілі ресурсів.

Сучасний менеджмент вказує на наявність двох принципів управління: функціонального і процесного.

Функціональні системи побудовані зазвичай так, як показано на рисунку 2.2.

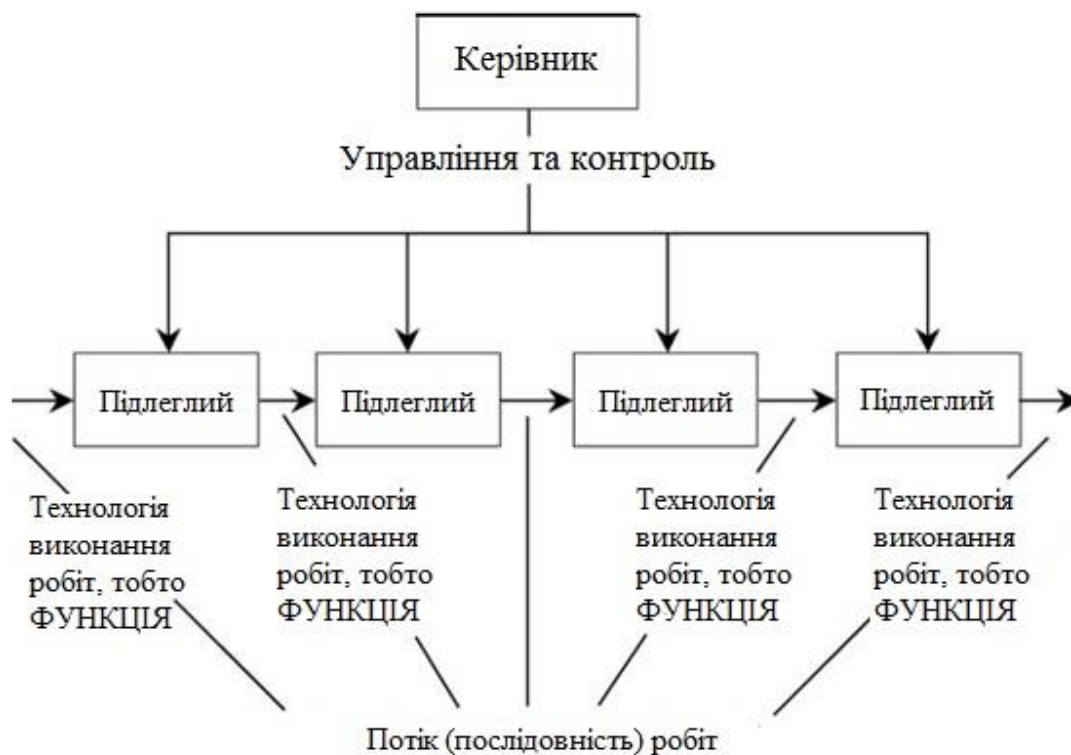


Рисунок 2.2 – Схема функціонального управління [8]

Суть функціонального управління – контроль над виконанням співробітниками їх функцій і суворе виконання працівниками вказівок "експерта".

Альтернативою функціонального управління є "управління за процесами" (основа – знамените "управління за цілями" [25]). Найбільш широке поширення воно отримало при організації роботи в НДІ і КБ. Суть його полягає в контролі результатів робіт, а не технологій.

Процесне управління відрізняється від функціонального тим, що виділяється поняття "процес" як послідовність дій, націлена на досягнення кінцевого, вимірного і конкретного результату [8, 25]. Процесне управління приведено на рисунку 2.3.

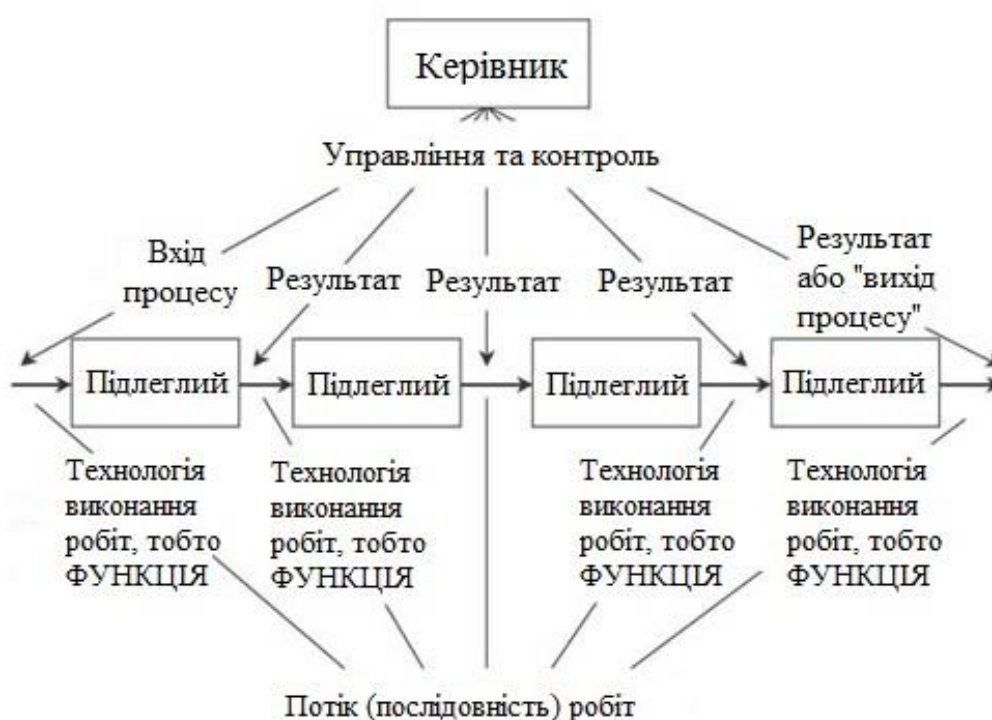


Рисунок 2.3. – Схема процесного управління

Поліпшення процесами вдає із себе структурований або безперервного поліпшення виробничих процесів. Чотирьох кроковий метод, що забезпечує ефективність поліпшення бізнес-процесів, складається з:

- відбору процесів;
- підготовки до проведення поліпшень;
- аналізу і перепроєктування процесів;
- впровадження поліпшень.

Для ефективного функціонування організація повинна визначити і численні взаємопов'язані видів діяльності. Діяльність, у якій використовують ресурси і якою можна управляти з метою перетворення входів на виходи, можна вважати процесом. Часто вихід одного процесу безпосередньо є входом наступного.

Застосування в організації системи процесів разом з їх визначенням та взаємодіями, а також керування ними для одержання бажаного результату, можуть бути визначені як «процесний підхід». Перевагою процесного підходу полягає в безперервності управління, яке він забезпечує на стику окремих процесів у межах системи, а також при їх комбінації і взаємодії. При застосуванні в системі менеджменту якості такий підхід підкреслює важливість:

- 1) розуміння і виконання вимог;
- 2) необхідності розглядати процеси з точки зору додається ними цінності;
- 3) досягнення запланованих результатів функціонування процесу та забезпечення їх результативності;
- 4) постійного поліпшення процесів на основі об'єктивних вимірювань.

Наведена на рисунку 2.4 [26] модель системи менеджменту якості, основу якої покладено процеси, показано зв'язки між процесами, описані в пунктах 1 – 4.



Рисунок 2.4. – Модель процесного підходу

Ця модель показує, що замовники відіграють важливу роль у встановленні вимог, що розглядаються в якості входів. Моніторинг задоволеності замовника вимагає оцінки інформації про сприйняття споживачами виконання їх вимог.

Цикл PDCA можна стисло описати так:

P – планування (plan) – розробка цілей і процесів, необхідних для досягнення

результатів відповідно до вимог замовника та політиці організації;

D – здійснення (do) – впровадження процесів;

C – перевірка (check) – постійні контроль і вимірювання процесів і продукції в порівнянні з політикою, цілями і вимогами на продукцію та повідомлення про результати;

A – дію (act) – прийняття дій щодо постійного поліпшення загальних показників процесів.

Стандарти ISO 9000 та ISO 9004 спрямовані на застосування «процесного підходу» при розробці, впровадженні та поліпшенні результативності системи менеджменту якості з метою підвищення задоволеності споживачів шляхом виконання їх вимог [27].

Також, на управління підприємством з ТО ПС та якість ТО впливає підготовка та рівень підготовки фахівців з ТО конкретного типу ПС, якій зазвичай проводиться в рамках сформованої системи навчання відповідно до вимог EASA Part-66 централізовано або на підприємствах і в навчальних центрах, схвалених за вимогами EASA Par147.

2.2 Вплив факторів управління на безпеку польотів

Авіакомпанії характеризуються складними механізмами взаємодії між людськими і технічними компонентами. В авіакомпанії ключовими поняттями є "Фактори управління" і "Авіаційна подія з організаційних причин". Ці терміни відображають той факт, що певні, властиві авіакомпаніям характеристики, такі як складність, непередбачуване взаємодія цілого ряду недоліків неминуче призводять до авіаційних подій.

В авіакомпанії вживаються заходи щодо виправлення становища, засновані на отриманих даних про безпеку польотів, які виходять за межі кола осіб, останніми мали можливість запобігти авіаційна подія, тобто експлуатаційного персоналу і враховують вплив розробників і керівників, а також структуру або архітектуру системи. При цьому підході мета полягає у визначенні того, що стало причиною події, а не пошук винуватця події.

У результаті такої взаємодії між людьми і технічними засобами в авіакомпанії з часом можуть відбуватися зміни, які носять складний характер і часто залишаються непоміченими.

Аналіз катастроф і аварій [28-30] показав, що виникнення катастроф може бути пов'язане з організаційними недоліками. Аналіз багатьох ситуацій, особливо катастроф, дозволяє зробити наступний висновок: основний внесок в підвищення БП повинен бути зроблений на тих рівнях прийняття рішень, де зосереджена вища влада для здійснення корінних змін і внесення змін в рамках всієї системи в архітектуру, конструкцію і функціонування системи. У загальному плані, існує 3 рівні дій, які можуть вибрати особи, які приймають рішення при реалізації рекомендацій щодо забезпечення БП [31]:

- перший рівень дій полягає в ліквідації і усунення небезпеки і, таким чином, в запобіганні майбутніх подій;

- другий рівень дій полягає у визнанні і контролі виявленого аварійного фактору, пристосуванні системи з урахуванням ймовірності людської помилки і зменшення можливості прояву цього фактору;

- третій рівень дій передбачає визнання того, що аварійний фактор не можна ні усунути (перший рівень), ні контролювати (другий рівень), тому експлуатаційний персонал навчають роботі в умовах його існування. У цьому випадку типові дії включають в себе зміни при відборі, професійній підготовці, контролі, розстановці та оцінці персоналу: збільшення числа або введення додаткових попереджень та будь-які інші зміни, які могли б запобігти аналогічним помилкам з боку експлуатаційного персоналу.

Нині не достатня увага приділяється впливу факторів управління на БП.

Аналіз цієї проблеми слід проводити, виходячи з моделі [29] (рисунок 2.5). Прояви факторів управління БП необхідно розглядати на чотирьох рівнях: Традиційна сфера аналізу факторів управління БП; На першому рівні «Людина Оператор – Повітряне судно» проблема управління БП досить повно розкрита у роботах [32, 33].

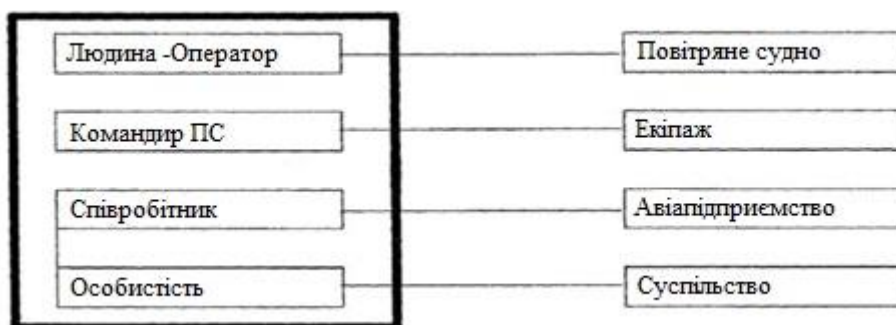


Рисунок 2.5 – Фактори управління БП авіакомпанії [6]

У ЦА існують досить ефективні методики відбору і підготовки авіаційних спеціалістів. У свою чергу конструктори ПС володіють вимогами до органів управління і засобів відображення інформації.

На другому рівні «Командир ПС - Екіпаж» в теорії групової психології визначено вимоги до керівників, існують ефективні методики їх відбору. У цивільній авіації існують методики оцінки поведінки екіпажу у кабіні і ін.

Прояви проблеми управління БП на третьому рівні "Співробітник-Авіапідприємство" вдалося виявити в період проведення в Україні економічних перетворень, коли єдина раніше система ЦА розвалилася на безліч самостійно господарюючих суб'єктів, яка призвела до погіршення БП.

Четвертий рівень прояви проблеми управління БП "Особистість-Товариство" пов'язаний з існуючою суспільною мораллю, в період реформ і перетворень він досить розмитий і багато в чому залежить від конкретної особистості.

Але підготовка авіаційних фахівців ще не означає забезпечення прийняттого рівня БП. Раніше застосовувалася система наставництва, яка полягала у передачі досвіду ТО від наставника до молодого фахівця, поступове вирощування класного фахівця з молодого. Але перебудова змінила цей підхід.

Для виконання робіт на іноземних ПС повинен бути спеціально навчений весь наземний персонал про особливості підготовки і виконання технологічних процедур; призначені спеціально-навчені люди для контролю виконання технологічних процесів з підготовки літаків. Необхідно провести навчання методології застосування і використання MEL (Minimum Equipment List),

особливостям випуску в політ літаків з відкладеними дефектами і необхідності проведення брифінгу з льотним складом з обґрунтуванням впливу відмов, в тому числі і критичних на БП.

Для підготовки та виконання польотів іноземних ПС необхідно видання нормативно-правових документів, що зобов'язують технічний персонал контролювати і перевіряти виконання процедур по підготовки до польотів, виконання операцій по закриттю дверей і люків, відганяти трапа, від'їзду спецмашин, відсутності пошкоджень на літаку при під'їзді і від'їзді спецтранспорту з документальним оформленням заключних робіт в карті наряду.

Аналіз причин АП, що відбуваються на авіаційних перевезеннях країн членів ІСАО, показав, що відмови ПС є причиною 25 % несприятливих подій [34]. "... Не дивлячись на те, що помилка людини домінує в числі причин АП та інцидентів, незрозумілим завжди залишалося питання, на які саме аспекти здібностей і меж можливостей людини слід або можна впливати за допомогою навчання..." [35].

Всі АП, незалежно від ступеня тяжкості, є результатом невдалої організації БП в ЦА України, які стали наслідком невіршених окремих правових, організаційних та технологічних процесів управління БП.

Період освоєння нових типів ПС супроводжується зниженням рівня БП [36], тобто ця реальність є об'єктивною закономірністю подальшого зниження рівня БП, обумовленої освоєнням нових типів ПС іноземного виробництва з двома членами екіпажів без звичного бортового інженера і підвищенням ролі обслуговуючого персоналу в забезпеченні БП [37].

Підготовка авіаційних фахівців ще не означає забезпечення прийняттого рівня БП. Після закінчення спеціалізований курсів по типу ПС необхідно пройти стажування і отримати допуск на самостійне ТО конкретного типу ПС. І це ще не все. Раніше застосовувалася система наставництва, яка полягала у передачі досвіду ТО від наставника до молодого фахівця, поступове вирощування класного фахівця з молодого. Але перебудова змінила цей підхід. Підготовка молодого фахівця зачіпає в наслідок передачу і робочого місця, але як раз в цьому і криється проблема сьогоденного дня можливість наставнику залишитися без роботи і при цьому

втрачається необхідність передачі своєї кваліфікації іншій особі, нехай навіть молодому фахівцеві.

І особливо важливо при освоєнні експлуатації ПС вивчити досвід експлуатації нового для даного підприємства ПС, яке раніше експлуатовалося на іншому підприємстві, з метою уникнення раніше допущених експлуатаційних помилок.

Формувати лояльне ставлення співробітників до організації пропонується шляхом досягнення високих показників в наступних напрямках розвитку лояльності (патріотизму щодо організації) (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Напрями розвитку лояльності персоналу [38]

Описаний підхід в рамках ролівої теорії менеджменту передбачає, що конкретний людина одночасно або по черзі "грає" роль на всіх чотирьох рівнях.

У певних ситуаціях ролі вступають в суперечність один з одним, конфлікт ролей може привести до порушень правил, що призведе, у свою чергу, до інциденту або катастрофи. Сумна статистика АП та катастроф досить часто містить випадки,

коли економічні міркування превалювали над правилами безпеки польотів.

Організаційна культура, що включає уявлення і цінності, які поділяють всі або майже всі співробітники авіапідприємства, повинна базуватися на деяких рекомендаціях, яких необхідно дотримуватися особами, які приймають рішення [37]:

- значна увага до проблем БП з боку старшого керівництва в рамках стратегії боротьби з ризиком;

- особи, які приймають рішення і експлуатаційний персонал дотримуються реалістичного погляду на короткострокові та довгострокові фактори, пов'язані з діяльністю організації;

- особи, що займають вищі посади, не використовують свій вплив для того, щоб нав'язувати свої погляди і уникати критики;

- особи, що займають вищі посади, зміцнюють клімат, який сприяє позитивному ставленню до критики, зауважень і підтримці зворотного зв'язку з більш низькими рівнями організації;

- існує усвідомлення важливості передачі відповідної інформації, що відноситься до БП, на всіх рівнях проорганізації (як всередині організації, так і у відносинах із зовнішніми об'єктами);

- сприяє поширенню відповідних, реалістичних і діючих правил, що відносяться до аварійних факторів, БП та потенційних джерел шкоди, при цьому такі правила користуються підтримкою і схваленням у всій організації;

- персонал добре підготовлений, високоосвічена і повністю усвідомлює наслідки небезпечних дій.

Порушення визначається як "навмисне невиконання обов'язків або бездіяльність, результатом яких є відхід від встановлених процедур, протоколів, норм і практики". Проте недотримання не обов'язково є результатом порушення, оскільки відхід від нормативних вимог і правил експлуатації ПС може відбуватися і внаслідок помилки. І без того непросте питання ускладняються ще й тим, що хоча порушення є навмисними діями, вони не обов'язково мають зловмисний характер. Індивідууми можуть свідомо відходити від норм, переконані в тому, що порушення полегшить виконання ними завдання без серйозних негативних наслідків.

Порушення такого роду є помилками судження і, якщо тільки це не передбачено правилами, не призводять автоматично до дисциплінарних заходів.

Такі порушення поділяються на такі категорії [39]:

1) ситуативні порушення відбуваються через конкретних факторів, що існують на даний момент, таких як брак часу або висока робоче навантаження.

2) Рутинні порушення – це порушення, які стають "нормальним способом ведення справ" в робочій групі. Вони мають місце, коли у робочій групі виникають труднощі з виконанням встановлених правил роботи через проблеми з практичним виконанням працездатністю і недоліків в організації інтерфейсу / людина- машина / і т. д., група неофіційно розробляє і приймає до використання "кращі" правила, які, в кінцевому рахунку, стають рутинними.

Такі відхилення, іменовані "зрушенням", можуть тривати без будь-яких наслідків, але з часом вони можуть стати частими, і їх наслідки можуть бути вельми і вельми серйозними. У ряді випадків рутинні порушення цілком обґрунтовані і можуть бути прийняті в якості офіційної процедури після проведення необхідної оцінки безпеки і підтвердження того, що безпека ні в якому разі не постраждає.

3) Порушення, змушує організації, можна розглядати як подальший прояв рутинних порушень. Даний тип порушень має місце в тих випадках, коли організація прагне виконати зрослі вимоги до обсягу послуг, ігноруючи або механічно поширюючи наявні засоби захисту на новий обсяг.

Найбільше поле діяльності для створення і розвитку ефективної, що самопідтримується культури для управління БП знаходиться на організаційному рівні.

2.3 Аналіз терміну «стратегія» технічного обслуговування повітряних суден та його структура

Стратегія – це мистецтво досягнення бажаного.

Стратегія відповідає на питання: як отримати бажане при обмежених ресурсах, при мінімальних витратах часу і сил? Оволодіння стратегією має на увазі вміння думати, розбиратися в тому, що відбувається, шукати і знаходити нестандартні рішення.

Стратегія ТО ПС розглядається в практичній і соціальній сфері в якості способу і загального інструменту для підвищення продуктивності організації по ТО ПС і, в практичній сфері діяльності людей, як спосіб досягнення цілей організації з ТО ПС. Напрямки аналізу стратегії наведено на рисунку 2.7. Огляд визначень поняття «стратегія» в економічній діяльності організації по ТО ПС наведено в таблиці 2.1. Виконаємо аналіз терміну стратегії ТО ПС, розроблений в різних джерелах інформації, наведених у таблиці 2.1.



Рисунок 2.7 – Основні стратегії [40]

Таблиця 2.1 – Огляд визначень поняття «стратегія» в економічній діяльності організації по ТО ПС

Автор	Аналіз значення терміну «стратегія» в контексті управління організацією ТО ПС	Джерело
Смирнов М.М. Владимиров Н.І. Черненко Ж.С.	Стратегія – сукупність прийнятих принципів, правил і дій, що управляють, що визначають комплексний розвиток експлуатаційних властивостей конструкції АТ, методів організації та виробничо технічної бази її ТОіР	Смирнов Н.Н, Владимиров Н.І. Черненко Ж.С. «Технічна експлуатація ЛА», с. 114
Смирнов Н.Н. Іцкович А.А.	Стратегія – система правил управління технічним станом виробу в процесі технічного обслуговування (ремонту)	Смирнов М.М. Іцкович А.А. «Обслуживание и ремонт АТ по состоянию», с. 20
Денисов В.Г. Козарук В.В. Новиков В.С.	Стратегія – сукупність правил прийняття рішень та завдань потрібних параметрів	Денисов В.Г. Козарук В.В. Новиков В.С. «Техническая эксплуатация пилотажно-навигационных комплексов», с. 81

Смирнов Н.Н. Ченючин Ю.М. Полякова І.Ф	Стратегія – сукупність прийнятих принципів, правил і дій, що управляють, що визначають комплексний розвиток експлуатаційно-технічних характеристик конструкції АТ, технології, і методів організації та виробничо технічну базу ТОiP	Смирнов М.М. Ченючин Ю.М. «Эксплуатационная технологичность ЛА», с. 37. Чінючін Ю.М., Полякова І.Ф. «Основы технической эксплуатации и ремонта АТ», с.29
Іванов П.А. Давидов П.С.	Стратегія – система правил управління технічним станом в процесі ТО	Іванов П.А. Давидов П.С. «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования ВС», с. 28
Чугресев В.	Стратегія – це мистецтво і інструмент досягнення бажаного при мінімальних витратах часу і сил.	Чугресев В. "Введение в принципы стратегии", с.2.
	Стратегія – фундаментальне відповідність між зовнішнім і внутрішнім потенціалом і, таким чином, сполучна ланка між плануванням і дією	Мінцберг та ін., «Стратегія як операційні процеси», 1998., с.78.
Kärnä E.	Стратегія – ефективне використання наявних ресурсів для досягнення основної мети	https://www.haaga-helia.fi/.../middle_level_prac .

Підсумовуючи порівняльний аналіз поняття стратегії, можна констатувати два взаємодоповнюючих підходи до розуміння даного економічного явища. З точки зору об'єкта вивчення розглядається територіально-технологічний аспект, а з точки зору сутності стратегії – організаційно-економічні відносини, які інтегрують різні системи ТО ПС в єдину систему. Виходячи з цього, далі в наступних розділах буде проаналізовано інноваційний розвиток стратегії як середовища системи ТО ПС і в той же час як базовий рівень, для розвитку національного макrorівня економіки ТО ПС ЦА і господарюючих суб'єктів ЦА.

Система ТО ПС – відкрита система, а стан всіх її внутрішніх інтегрованих або автономних елементів повинно відповідати вектору і швидкості змін зовнішнього середовища, макроекономіки і світової економіки. Виходячи з цього, економіку ТО ПС будь-якого авіатранспортного підприємства поки важко назвати системою, а починати побудову системи управління економікою ТО ПС назріла гостра необхідність і робити це краще знизу з авіатранспортних підприємств [41]. Проміжний стан управління полягає в тому, що галузевого управління ТО ПС ЦА вже немає, а ефективного регіонального управління ТО ПС ЦА поки ще не існує.

В сучасних умовах розвитку багатьох регіонів ЦА спостерігається відсутність комплексності, великі диспропорції між різними елементами, забезпечують ефективність економічної системи ТО ПС. [42]

Ефективність і економічність виробничих процесів ТО ПС в значній мірі залежить від наукового і організаційно-технічного рівня стратегії ТО ПС, яка застосовується в експлуатації при різних формах ТО ПС [43].

Розрізняють наступні стратегії ТО: ТО за напрацювання, ТО за станом (мається два види стратегії ТО за станом: ТО з контролем параметрів і ТО з контролем і управлінням надійністю. Кожній стратегії ТО відповідає певна стратегія експлуатації компонентів ПС. Розрізняють такі стратегії експлуатації: до вироблення ресурсу; до передвідмовного стану; до відмови. Стратегії ТО за станом істотно відрізняється від стратегій ТО за напрацювання. Відмінність полягає не тільки в характері технологічних процесів ТО, але і в розподілі матеріальних і трудових витрат, потреб них на розвиток матеріально-технічної бази, що відповідає вимогам тієї чи іншої стратегії.

У закордонних авіакомпаніях замість стратегій застосовують програми технічного обслуговування за встановленим ресурсу Hard-Time (НТ), перспективні програми ТО за технічним станом On-Condition і програми попереджувального ТО. [44], а також програми Групи керівництва по обслуговуванню – Maintenance Steering Group (MSG) і Надійність – в центрі ТО Reliability-centered Maintenance [45]. Ці програми забезпечують обслуговування за ресурсом, станом і прогнозує обслуговування. Стратегія починається з вивчення обстановки, розробки планів розвитку подій, втілення планів і необхідних зусиль по їх реалізації.

Розглянемо загальні відомості щодо застосування MSG.

MSG-1. Програмний документ MSG-1 «Технічне обслуговування». "Оцінка і розвиток" був розроблений спеціально для літака Boeing 747-100. Після реалізації MSG-1, фахівці авіакомпаній зрозуміли, що програма забезпечує зниження на 25–35 % загальних витрат на ТО. Це викликало розуміння документа так, що всі нові програми ТО комерційних літаків можуть бути розроблені з використанням процесу MSG-1.

MSG-2. Спільно з промисловістю і авіакомпаніями розроблена і впроваджена програма MSG-2 "Авіакомпанія / Виробництво обслуговування. Програма планування документа "в якості подальшої діяльності за підсумками MSG-1. Вони взяли термінологію Боїнг 747, щоб дозволити використання її на іншому типі літаку. Філософія MSG-2 була спрямованістю знизу-вгору, і орієнтована на процес ТО. Перший програма MSG-2 була розроблена для літаків Локхід L-1011 і DC-10.

MSG-3. Авіаційної галуззю використаний досвід розробки MSG-2 для розробки MSG-3 "Оператор / Виробник. Планове ТО .Розробка документа "Авіакомпанії реструктуризували MSG-3, щоб бути спрямованою зверху-вниз і орієнтованою на завдання процесу управління системою.

Орієнтація на процес означає, що в робочому стані, при жорсткому обмеженні за часом, і процесів моніторингу стану, всі члени робочої групи RSM були використані для опису задач контролю. Контрольні завдання MSG-3 в даний час записується в конкретному форматі (описової цілеспрямованої), який легше зрозуміти, а не просто з посиланням завдання на процес. Першими літаками з логікою прийняття рішення MSG-3 були Боїнг 757 і 767.

Розуміння складових елементів стратегії полягає в описі основних характеристик і необхідних умов для їх ефективного використання, можливості ТО компонентів ПС без урахування ресурсного забезпечення, скорочення витрат по необгрунтованої заміни компонентів, підвищення рентабельності експлуатації ПС і орієнтацію ТО на забезпечення роботи з систем ПС.

2.4 Роль та місце технічного обслуговування повітряних суден у системі підтримання льотної придатності

Основне завдання і призначення – виконання робіт з лінійного та базового ТО, виконання поточного ремонту ПС та його компонентів; заміни авіадвигунів і допоміжних СУ, проведення лабораторних перевірок авіаційного радіоелектронного обладнання на відповідність нормам технічних параметрів і шляхом виконання ТО забезпечуючи при цьому льотнопридатний стан ПС [46, 47].

При проведенні ТО ПС можуть бути застосовані різні методи організації робіт: системний, закріплений, бригадний, зонний, одноразовий, поетапний. Вибір того чи іншого методу залежить від особливостей виробничо-господарської діяльності авіапідприємства.

Закріплений метод організації ТО ПС характеризується тим, що за ПС закріплюється технічний персонал, якій обслуговує цей конкретний ПС.

Системний метод організації ТО ПС та їх компонентів полягає в обслуговуванні бригадою виконавців певних систем.

Зонний метод організації ТО ПС – при цьому методі конструкція ПС ділиться на ряд зон. Зони вибираються з урахуванням:

- 1) об'єднання однотипних операцій;
- 2) зручності підходів до конструкцією та обладнанням;
- 3) спільності підготовчих і заключних операцій;
- 4) оптимальності розстановки наземного обладнання;
- 5) усунення взаємних перешкод при роботі декількох виконавців.

Одноразовий метод організації ТО ПС полягає в тому, що весь обсяг робіт кожної форми ТО виконують за один раз.

Поетапний метод організації ТО ПС – застосовується для більш ефективного використання ПС на авіапідприємствах за рахунок більш рівномірного розподілу трудомісткості ТО за часом експлуатації ПС.

Існує два види поетапного методу.

Поетапний метод з розподілом робіт в межах допусків на задану періодичність даної форми і поетапний метод з розподіленою трудомісткістю, який полягає в тому, що виконання робіт по окремим системам ПС більш трудомістких форм ТО поєднується з обслуговуванням менш трудомістких форм ТО ПС.

Сезонний метод організації ТО ПС – сезонна підготовка ПС до роботи в напружений період весняно-літньої навігації і підготовку ПС до роботи в особливому осінньо-зимовому періоді навігації – це метод з нерівномірною трудомісткістю на окремих етапах.

Підтримка заданого рівня готовності ПС до використання за призначенням і працездатності комплектуючих виробів в процесі польотів забезпечується проведенням робіт з ТО та поточного ремонту ПС системою ТО з мінімальними витратами часу, праці і коштів на ТО ПС (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8. Структура системи ТО ПС

Весь комплекс операцій по ТО умовно можна розділити на дві групи робіт: перша група – планові профілактичні роботи по ТО ПС, пов'язані в основному з необхідністю виконання ТО; друга група – роботи по усуненню виявлених в польоті відмов та неполадок [48].

Основні характеристики форм ТО закордонних літаків представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Еволюція інтервалів ТО ПС Airbus серії А330 [49]

Вид ТО	А330 Введення в експлуатацію	А330 Інтервали (2008-2009)	А330 Поточні інтервали	Огляд звітів з ТО	А330 Майбутні інтервали
А-check	400 льот. год.	600 льот. год.	800 льот. год.	Майбутнє	800 льот. год. 2000 льот. год./6 місяців
С-check	15 місяців	18 місяців	24 місяці		24 місяці
2С-check	30 місяців	36 місяців	42 місяці		48 місяців
Intermediate check	5 років	6 років	6 років		6 років
Structures check	10 років	10 років	12 років		12 років

При оновленні для оптимізації програми ТО ПС Airbus, регулярно використовується досвід експлуатації понад 1200 ПС серії А330, що призводить до:

- збільшенню інтервалів перевірки
- зниженню витрат на обслуговування [50].

При розгляді характеристик ТО закордонних ПС слід враховувати, що трудомісткість, тривалість і періодичність форм істотно варіюється в різних авіакомпаніях, наприклад, по літаку Boeing B-747. [48].

Передові технології сімейства літаків Airbus серії A320, зменшують операційні витрати, показані на рисунку 2.9.

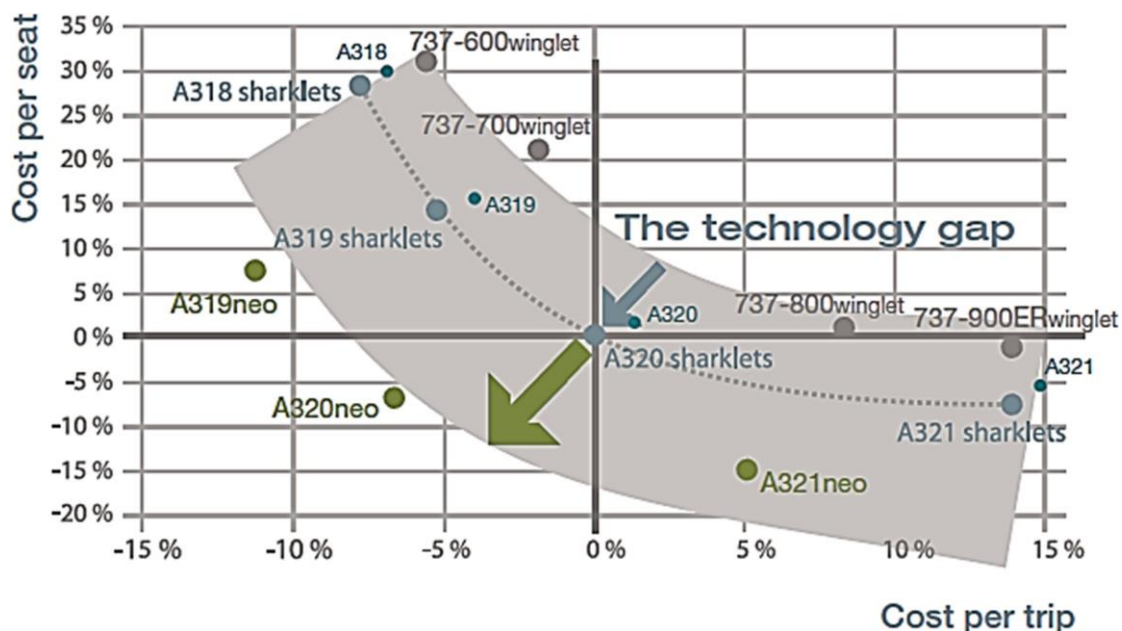


Рисунок 2.9 – Інноваційні технології родини літаків A320 в порівнянні з родиною літаків Boeing NG [51]

Ефективне використання передових і добре перевірених технологій значно впливає на операційну витрати, особливо A321Neo, які мають найнижчі експлуатаційні витрати та все це пов'язано з:

- передовими матеріалами (наприклад, нові алюмінієві сплави, композитні матеріали);
- передовою конструкцією крила;
- поліпшеними аеродинамічними даними крила (Sharklets);
- централізованою системою пошуку і відображення несправностей;
- поліпшена продуктивність систем (HUD, EFB, RNP),
- новими опціональними двигунами CFMI Leap-1A, які забезпечують економію палива, зниження до 3,5 % витрати палива і викиду в атмосферу окису вуглецю CO₂, щорічно забезпечуючи заощадження витрат авіакомпаній [52].

Спільність виробництва польотів на літаках серії А320, А330, А340, А350 і А380 забезпечує переучування пілотів та технічного персоналу з одного типу на інший протягом 3, 7 і 15 робочих днів.

Оригінальний літак серії А330 розроблений так, щоб звести до мінімуму витрати на ТО, наприклад, Централізована система обслуговування – Centralized Maintenance System (CMS), забезпечує ефективне усунення несправностей і дозволяє виробляти безперервний моніторинг відмов і несправностей в реальному часі і автоматичну друк звітності по несправностей, полегшує ідентифікацію несправних компонентів і мінімізує невиправдані заміни компонентів.

Сучасні технології реалізуються там, де це можливо, щоб надійно зменшити заплановані завдання ТО і спростити обслуговування, скоротити трудомісткість експлуатаційного персоналу в людино-годинах (рисунок 2.10). Типовим прикладом є управління ПС по дротах, яке простіше і легше, ніж звичайна система управління з приблизно на 50 % меншим необхідним ТО.

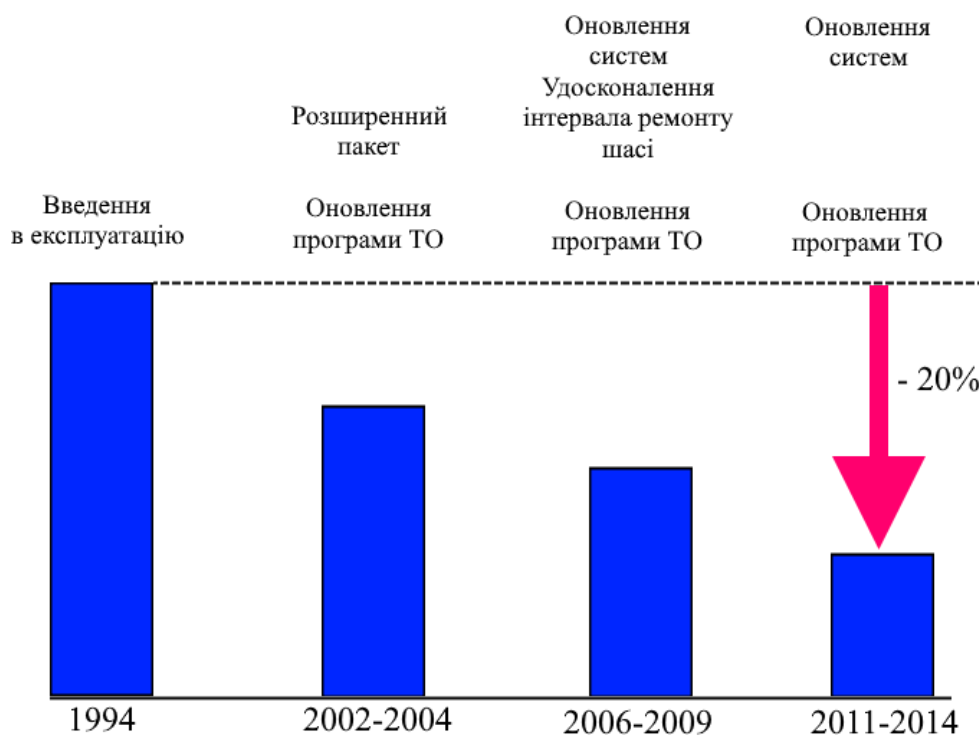


Рисунок 2.10 – Динаміка зміни трудомісткості ТО ПС А330 [51]

Безперервні поліпшення, які приносять новітні технології на борту роблять ПС серії А 320/330/340/350 вельми привабливими для авіакомпаній і їх пасажирів. Наочним прикладом є ПС серії А340-500 / -600, розроблений в 2004 році.

Скориставшись модернізацією, на додаток до систем і технологій, що відображає новітні досягнення в області надійності, на основі досвіду ТО А330, на літаку постійно збільшуються інтервали ТО, приносячи значні скорочення витрат на ТО.

Відповідно до програми обслуговування MSG-1 літака Boeing 747-100, авіакомпанія United Airlines, витратила 66000 людино-годин по основним структурним перевіркам до досягнення основної інтервалу першої важкої огляду цього літака через 20000 годин. Використовуючи традиційні процедури з технічного обслуговування, дрібні і менш складні перевірки літака DC-8 зажадали більш 400000 людино-годин по основним структурним перевіркам для досягнення того ж 20000 годинного інтервалу структурної перевірки. Зниження витрат такого масштабу мають очевидну важливість для будь-якої організації, відповідальної за підтримку справного стану важких літаків [53]. Програма MSG розвивалася протягом 35 років, і була розроблена спеціально для літаків. Зміна трудомісткості ТО при переході на прогнозує обслуговування наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Зміна трудомісткості ТО при переході на прогнозує ТО

Інтервал перевірок	Попередні обсяги робіт (Традиційна програма ТО)		Аналіз трудомісткості ТО за MSG-3		Економія люд.-год.
	Місяці	Тривалість днів	Люд.-год.	потік днів	люд.-год.
18	16	12,000	7	5,250	56
36	40	30,000	30	25,000	25
108	50	37,500	40	30,000	20

У цілому, організація ТО в зарубіжних авіакомпаніях подібна до вітчизняної практики. Здійснюється як пірамідальне виконання форм ТО зі зростаючою трудомісткістю і збільшенням обсягу робіт, так і поетапне ТО, при якому обсяги робіт трудомістких форм ТО великої періодичності розподіляється між формами з меншою періодичністю або рівній трудомісткості, але в міру освоєння техніки збільшується періодичність ТО і зосереджується увага на забезпечення роботи систем, а не робота агрегатів.

Висновки до розділу 2

В рамках кваліфікаційної роботи, в даному розділі, за результатами проведеного аналізу процесу керування підприємством було визначено основні недоліки та переваги застосування функціонального та процесного керування.

Також, автором визначено фактори впливу на управління безпекою польотів, чітко зазначено поняття терміну стратегія технічного обслуговування повітряних суден.

При визначенні ролі та місця технічного обслуговування повітряного судна та його компонентів у системі підтримання льотної придатності, було проаналізовані сучасні підходи при реалізації, впровадженні MSG в умови реальної експлуатації повітряних суден.

3 ОСНОВНІ ФАКТОРИ ПІДТРИМАННЯ ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОСТІ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

3.1 Загальні вимоги до льотної придатності повітряних суден

3.1.1 Вимоги до конструкції планеру, силової установки та функціональних систем

У Нормах льотної придатності, як правило, містяться тільки ті вимоги і рекомендації, які впливають на БП, виконання яких є обов'язковим на всіх етапах розробки і експлуатації ПС.

При розробці загальних вимог до ЛП використаний імовірнісний підхід до оцінки рівня БП, при якому регламентована ймовірність виникнення особливих ситуацій при відмовах функціональних систем (ФС) ПС.

Істота цих вимог зводиться до того, що більш небезпечні ситуації повинні бути віднесені до подій менш імовірним, ніж менш небезпечні ситуації.

Наприклад, катастрофічна ситуація, викликана відмовою ФС ПС, не повинна бути віднесена до подій більш частим, ніж практично неймовірним.

Так як рівень БП істотно залежить від працездатності ФС ПС і від ступеня його захищеності на випадок відмов цих систем, вимог обумовлено, що якщо відмова ФС призводить до виникнення небезпечних ситуацій, то екіпажу повинна бути забезпечена можливість своєчасного виявлення відмови, ліквідації її наслідків та завершення польоту з системою, що відмовила.

При нормуванні вимог до льотних характеристик дотриманий принцип, який полягає в тому, що при відмовах ПС, які можуть і зустрітися експлуатації, ПС має благополучно завершити політ. Тому, у вимогах нормовані запаси енергоозброєності, стійкості і керованості ПС при відмовах двигунів на всіх етапах польоту: на зльоті, під час польоту за маршрутом, при заході на посадку, відхід на друге коло і на посадці. У нормах ЛП даються рекомендації щодо визначення розрахункових мас ПС, діапазонів швидкостей польоту, значень маневрених перевантажень і перевантажень в неспокійному повітрі, які використовуються при розрахунку експлуатаційних і розрахункових навантажень, що діють на елементи конструкції планера ПС.

Міцність планера ПС і його деталей перевіряється при проведенні статичних випробувань, в програму яких включаються нормовані випадки навантаження, що є розрахунковими для основних частин планера ПС, а також випробування всіх частин і елементів конструкції планера ПС, для яких розрахунок на міцність не дає надійного рішення. Міцність тих панелей і елементів конструкції планера ПС, для яких розрахунок показує істотний вплив підвищених температур (деталей, що піддаються впливу струменя двигуна), перевіряється статичними випробуваннями, як з нагріванням, так і без нагрівання. Після зняття навантаження в силових елементах конструкції не повинно бути видимих залишкових деформацій.

При випробуванні досвідчених і перших серійних ПС проводиться детальний аналіз всіх руйнувань, що мали місце в процесі випробувань, і приймаються рішення щодо необхідних доопрацювань конструкції щодо забезпечення необхідних запасів міцності.

Конструкція планера ПС повинна протягом певного часу експлуатації (встановленого ресурсу) витримувати без руйнувань, які загрожують БП, вплив повторюваних в експлуатації навантажень. Задоволення цієї вимоги має підтверджуватися спільним розглядом результатів теоретичного аналізу, результатів лабораторних випробувань на витривалість і даних досвіду експлуатації ПС.

Випробуванням на витривалість піддаються крило, в тому числі елерони, закрилки і інші елементи механізації крила, горизонтальне і вертикальне оперення, фюзеляж з герметичною кабіною, шасі, система управління, СУ, елементи скління герметичній кабіни.

Програма випробувань на витривалість кожної частини ПС включає всі ті режими навантажень, мають місце в нормальній експлуатації, для яких поєднання величини повторюваних навантажень і числа циклів навантаження може вплинути на ресурс ПС.

Якщо під час випробувань на витривалість руйнується будь-якої конструктивний елемент, то проводиться його ремонт або заміна з виконанням

відповідних доробок на вже побудованих ПС, а випробування тривають з метою виявлення інших небезпечних місць конструкції і перевірки ефективності ремонту.

Повинен бути визначений перелік критичних місць конструкції, розгляд сукупності яких забезпечує повноту аналізу конструкції в цілому. Перелік критичних місць розробляється (прогнозується) на етапі проектування конструкції і уточнюється за результатами лабораторних випробувань і досвіду експлуатації.

Для уточнення переліку критичних місць проводиться аналіз результатів детального контролю стану конструкції (в тому числі з використанням інструментальних методів) з розбиранням нероз'ємних з'єднань. Такому контролю обов'язково піддаються конструкції по завершенні натурних лабораторних випробувань на опір втоми і залишкову міцність, а також при можливості (і в разі необхідності) окремі ПС парку (або їх частини) з великою напруженістю (терміном служби).

Для всіх критичних місць конструкції, особливо для особливо відповідальних конструктивних елементів, відповідно до подальшими вимогами і рекомендаціями повинні встановлюватися умови, що забезпечують безпечну відпрацювання призначених ресурсів (термінів служби).

При проектуванні ПС повинна бути забезпечена експлуатаційна живучість конструкцій. Виняток можуть становити ті частини (елементи, деталі) конструкції, де вимоги експлуатаційної живучості практично нездійсненні. Повинні бути забезпечені умови огляду, та визначено засоби контролю (в тому числі інструментального) силових елементів конструкції в процесі експлуатації, особливо в зонах ймовірного виникнення втомних, корозійних і випадкових експлуатаційних пошкоджень. Повинен бути забезпечений можливо більш повільне зростання ймовірних пошкоджень з тим, щоб необхідна періодичність огляду (інструментального контролю), що дозволяє надійно виявити пошкодження до досягнення конструкцією граничного стану, була прийнятною.

Для критичних за умовами корозійної міцності місць конструкції, що встановлюються на основі наявного досвіду, при проектуванні повинна бути передбачена ефективна антикорозійний захист. Одночасно повинна бути звернена увага на вибір відповідного конструкційного матеріалу, врахована його чутливість до корозії під напругою і до інших видів корозії, а також розглянута ступінь агресивності навколишнього середовища. Особлива увага повинна бути звернена на поверхні стикаються елементів, що допускають взаємне переміщення в процесі навантаження, а також на ті елементи конструкції, в яких можливе виникнення корозії під напругою, де необхідно передбачити заходи, що забезпечують відсутність значних внутрішніх залишкових напружень (монтажних, зварювальних, технологічних і ін.).

Силова установка включає в себе двигуни, повітряні гвинти, паливну та масляну системи, системи управління і контролю роботи двигунів і агрегатів силової установки, повітрязбірники, пожежний захист.

На вимогу ЛП двигуни та системи в силовій установці ПС повинні розташовуватися і бути ізольованими одна від одної таким чином, щоб кожен двигун з відповідними системами міг управлятися і працювати незалежно від інших двигунів.

Системи силової установки повинні забезпечувати роботу всіх двигунів при всіх очікуваних умовах експлуатації в межах обмежень, зазначених у Керівництві з льотної експлуатації. Для контролю за роботою СУ на ПС повинні бути встановлені прилади і сигналізатори як поточних значенні параметрів двигуна і систем СУ, так і параметрів, необхідних для раннього виявлення несправностей в двигуні, які можуть стати причиною виникнення небезпечних ситуацій.

Елементи силової установки ПС повинні бути виконані і змонтовані так, щоб був забезпечений доступ до них для проведення необхідних оглядів і ТО по можливості без необхідності роз'єднання частин конструкції або зняття агрегатів. Двигун повинен бути спроектований так, щоб можливе при експлуатації потрапляння в нього сторонніх предметів, регламентованих у

вимогах норм, що не викликало виникнення небезпечних (складних) ситуацій.

Статичні і динамічні напруги, деформації і навантаження в деталях і вузлах двигуна, а також вібрації в місцях його підвіски до ПС і кріплення агрегатів не повинні перевищувати значень, встановлених з урахуванням досвіду експлуатації і результатів спеціальних випробувань.

Обрив робочої лопатки компресора або турбіни, а також вторинні явища, що виникають в результаті її обриву (руйнування інших лопаток, збільшення дисбалансу ротора, місцеве підвищення температури і т. Д.), Не повинні викликати складних (небезпечних) ситуацій протягом проміжку часу, необхідного для зупинки двигуна. Якість виготовлення елементів ротора, що не утримуються при руйнуванні корпусу двигуна, має піддаватися посиленому контролю на всіх етапах виробництва.

З огляду на важливість надійної роботи двигуна для забезпечення БП ПС, в норми включений великий за обсягом, кількістю та якістю перевірок розділ вимог до стендових випробувань дослідних, серійних і ремонтних двигунів, а також до обсягу перевірок дослідних двигунів на ПС в льотних випробуваннях.

В нормах ЛП сформульовані вимоги до ФС ВС, що визначають склад мінімально необхідного обладнання, що встановлюється на ПС для забезпечення БП. Дано також основні вимоги, які регламентують умови функціонування і надійності роботи, як окремих систем, так і найбільш важливих їх елементів.

Особливе місце відведено вимогам до компонування кабіни екіпажу з метою уніфікації розміщення органів управління і приладів для забезпечення ефективного використання екіпажем в очікуваних умовах експлуатації ПС.

Сенс вимог до ФС зводиться до того, що системи повинні бути достатньо надійними в очікуваних умовах експлуатації ПС, зручними для використання їх при експлуатації і відмовобезпечність, коли при появі можливих в експлуатації відмов ФС забезпечується безпечне завершення польоту.

Вимоги до авіаційного і радіоелектронного обладнання викладені в наступних тематичних розділах норм ЛП:

–технічні вимоги до пілотажно-навігаційного обладнання та приладів контролю роботи СУ (до систем вимірювання курсу, до авіагоризонт, висотомір, вказівниками повітряної швидкості і числа M , приймачів повітряного швидкості, витратомірам, манометрам палива, тахометр і т.п.);

–технічні вимоги до радіотехнічному обладнанню (до апаратури радіозв'язку, до апаратури внутрішнього зв'язку і записи переговорів екіпажу, до апаратури забезпечення мовної інформації про аварійну ситуацію і т.п.);

–технічні вимогам до електротехнічного устаткування (генераторів постійного і змінного струму, до перетворювачів, до апаратури захисту бортових електричних ланцюгів і т.п.).

Елементи обладнання ПС, а також ряд важливих систем, виготовлених до або одночасно зі створенням ПС, повинні пройти серію таких випробувань (до постановки на ПС), на підставі результатів яких була б забезпечена можливість гарантувати збереження їх працездатності на ПС в очікуваних умовах експлуатації.

3.1.2 Основні відомості про нормування льотної придатності

Розробкою норм льотної придатності, методів розрахунку та експериментального визначення характеристик ПС почали займатися на самих ранніх етапах створення ПС з метою запобігання інцидентів та АП через поломки несучих елементів конструкції ПС.

Перші норми випускалися у вигляді технічних вимог на виготовлення ПС, приписів і нормативів до елементів конструкції планера, двигунів та обладнання.

У міру розвитку авіації та накопичення досвіду експлуатації конструкції ПС постійно вдосконалювалися. Доповнювалися новими положеннями технічні вимоги та норми, що визначають допустимі відхилення характеристик планера ПС, його систем та обладнання. Одночасно

розроблялися і удосконалювалися методи випробувань АТ з метою визначення відповідності її характеристик встановленим нормам і вимогам.

Завдання підвищення рівня БП та забезпечення високої регулярності роботи ПТ висунули необхідність в середині 30-х років минулого століття постановки питання про створення «кодексу безпеки польотів», який охопив би всю суму питань, що визначають БП на ПТ. Зміст такого «кодексу» мало включати:

- вимоги, які регламентують порядок проектування, будівництва і приймання літаків, двигунів та обладнання;
- перелік технічних вимог, приписів і нормативів до конструкції літаків, двигунів, приладів і обладнання;
- вимоги до системи технічної експлуатації з розробкою всіх необхідних форм регламентує документації по обслуговуванню літаків;
- технічні вимоги до будівництва аеродромів, трас, наземних будівель і устаткування аеропортів і повітряних ліній;
- правила, що встановлюють порядок руху літаків на повітряних лініях і аеродромах, а також визначають взаємодію різних служб забезпечення польотів;
- порядок і вимоги до відбору льотного і технічного складу, його навчання, тренування і періодичної перевірки;
- інструкції і настанови, що визначають обов'язки і відповідальність льотного і технічного складу в питаннях забезпечення безпеки польотів;
- порядок і правила контролю за дотриманням всіх вимог до безпеки ПТ.

У період бурхливого розвитку реактивної авіації питаннями нормування вимог до характеристик ПС займалися великі групи авіаційних фахівців провідних конструкторських бюро і науково-дослідних установ.

Розробляються мінімальні державні вимоги до характеристик ПС оформляються у формі «Норм льотної придатності».

Встановлений рівень ЛП досягається виконанням всіх вимог діючих норм, що відображають в основному вимоги, які стосуються забезпечення БП.

Нормування ЛП на основі науково обґрунтованих вимог, які враховують останні досягнення науково-технічного прогресу у вітчизняній і зарубіжній авіаційній науці і в авіаційній промисловості, є найважливішим важелем поліпшення ПС, підвищення її конкурентоспроможності на зовнішньому ринку.

Рівень обов'язкових вимог щодо забезпечення ЛП в значній мірі є мірилом її досконалості. Це висуває необхідність постійного вдосконалення норм ЛП ПС у зв'язку з розвитком авіаційної науки, досягненнями промисловості та узагальненням досвіду її експлуатації.

Слід зазначити, що системи правил і норм, що регламентують якість ПС, (його агрегатів, систем і обладнання), були розроблені і впроваджені в усіх державах, що володіють розвиненою авіаційною промисловістю і широко використовують ПТ для перевезення пасажирів.

З розвитком міжнародних повітряних сполучень координація вимог до ПС по забезпеченню БП почала здійснюватися в міжнародному масштабі на основі двосторонніх і багатосторонніх міжнародних угод.

Чиказька Конвенція 1944 р. оголосила про створення ІКАО. Основне призначення ІКАО: розвивати принципи і технології міжнародної повітряної навігації; підвищувати БП; заохочувати мистецтво конструювання та експлуатації ПС.

У даний час розроблені і введені в дію 19 Додатків до Конвенції 1944 р містять стандарти і рекомендовану практику ІКАО.

Вимоги до ПС, їх функціональних систем, обладнання, що стосуються підтримання ЛП і забезпечення БП ПС, викладені в додатках 6, 8 [54-56].

ІКАО визнає, що в якості основи для сертифікації ЛП кожного типу ПС окремими державами потрібно мати національні норми ЛП, в яких охоплюється коло питань, зазначених у стандартах і рекомендаціях з ЛП ІКАО настільки повно і настільки детально, наскільки це, на думку окремих держав, є необхідним.

З 1990 р розпочато роботи по зближенню вітчизняних норм ЛП з нормами США і Західної Європи за структурою і змістом вимог з урахуванням забезпечення конкурентоспроможності вітчизняних типів ПС.

3.2 Очікувані умови експлуатації

Кожен тип ПС створюється для певних умов експлуатації. Ці умови в нормах льотної придатності зводяться «очікувані умови експлуатації».

Очікувані умови експлуатації включають в себе [57]:

- а) параметри стану і впливу на ПС зовнішнього середовища;
- б) експлуатаційні фактори;
- в) параметри (режими) польоту.

Очікувані умови експлуатації охоплюють номенклатуру таких факторів і умов, що виникають в процесі експлуатації ПС і впливають на працездатність, надійність і параметри роботи конструкції, ФС і устаткування, які підлягають обліку в повній мірі для досягнення встановленого рівня ЛП.

Перелік очікуваних умов експлуатації ПС розробляється на початку проектування з метою своєчасного визначення тих меж, в межах яких має оцінюватися відповідність ПС вимогам норм ЛП.

Установки стану і впливу на ПС зовнішнього середовища включають в себе:

- барометричний тиск, щільність, температуру і вологість повітря;
- напрямок і швидкість вітру, горизонтальні і вертикальні пориви повітря і їх градієнти;
- електричні впливу, обмерзання, град, сніг, дощ, птиці.

В очікуваних умовах експлуатації вказуються:

- максимальне і мінімальне допустимі значення барометричного тиску (або відповідної висоти) на аеродромі зльоту і посадки;
- мінімальне барометричний тиск, відповідне максимально допустимій (по будь-яких умов) висоті польоту.

Діапазон зміни очікуваних умов експлуатації по температурі зовнішнього повітря повинен відповідати регіональним умовам застосування ПС, а також заявленому діапазону застосування ПС по висотах польоту.

При виборі діапазону температурних умов з урахуванням особливостей використання ПС в експлуатації керуються:

- залежністю стандартної температури атмосферного повітря від висоти;
- залежностями розрахункових температур повітря для зльоту і посадки від геометричної висоти розташування аеродрому;
- даними щодо можливих в експлуатації відмінностей температур атмосферного повітря від стандартної на різних висотах з урахуванням передбачених областей застосування ПС по широкій.

В очікуваних умовах експлуатації вказуються:

- максимальне і мінімальне допустимі значення температур зовнішнього повітря на землі;
- залежність температури зовнішнього повітря від висоти польоту (відмінності від стандартних), при яких допустима експлуатація.

Вплив вертикальних поривів повітря на ПС розглядається в якості очікуваних умов експлуатації при нормуванні характеристик стійкості, керованості і міцності ВС і при оцінці ймовірності виникнення та тяжкості наслідків різних особливих ситуацій, зумовлених впливом на ПС вертикальних поривів повітря, наприклад, при мимовільному попаданні ПС в умови сильної турбулентності.

В даний час накопичено чималий статистичний матеріал по вертикальних поривам повітря на повітряних трасах ЦА, який використовується при проектуванні цивільних ПС для розрахунку міцності і льотно-технічних характеристик.

При розрахунках поведінки ПС в умовах сильної турбулентності з вертикальними поривами, які можна віднести до помірно ймовірним і малоймовірним подіям, прагнуть до того, щоб вони не приводили до особливих ситуацій, більш важким, ніж ускладнення умов польоту або складна ситуація відповідно.

При визначенні очікуваних умов експлуатації ПС важливе значення для його регулярної експлуатації мають допустимі значення приземного вітру, у яких може експлуатуватися ПС на аеродромі.

В існуючій практиці для літаків прийнято розрізняти наступні основні обмеження за значеннями величини вітру на зльоті, посадці, рулінні та стоянці:

- бічна складова на зльоті і посадці зазвичай призначається окремо для сухого, вологого і засніженої ЗПС. Орієнтовно значення обмежень по бічній складовою для літаків знаходяться в межах 10-20 м/с;
- попутна складова на зльоті і посадці. Як обмеження приймається значення, рівне 5 м/с;
- абсолютна величина вітру при рулінні для сучасних літаків становить величину, приблизно рівну 20-25 м/с;
- допустима величина вітру на стоянці приймається рівній 40 м/с відповідно до вимог до міцності елементів конструкції літака.

У нормах ЛП лімітуються розрахунковими умовами очікувані умови експлуатації по: електричним впливам, обмерзання, граду, снігу, дощу.

Експлуатаційні фактори очікуваних умов експлуатації включають в себе:

- склад екіпажу ПС;
- клас і категорію аеродромів, параметри і стан ЗПС;
- масу і центрування для всіх передбачених конфігурацій ПС;
- режими роботи двигунів і тривалість роботи на певних режимах;
- періодичність ТО; призначений ресурс, термін служби ПС і виробів його ФС;
- особливості застосування ПС;
- характеристики повітряних трас, ліній, маршрутів;
- склад і характеристики наземних засобів забезпечення польоту;
- мінімум погоди при зльоті та посадці;
- застосовуються палива, масла, присадки і інші витрачаються технічні рідини і газу.

Умови базування ПС (клас і категорія аеродрому) вибираються з урахуванням особливостей його застосування і класифікації аеродромів.

Основними характеристиками аеродрому є параметри льотної смуги і ЗПС, а також кут обмеження перешкод в смугі повітряних підходів.

При оцінці відповідності літака вимогам норм, що стосуються злітно-посадочних характеристик, а також характеристик керованості при зльоті та посадці, повинна враховуватися можлива стан ЗПС, її міцність, а також середні значення місцевих атмосферних умов.

Як очікуваних умов експлуатації по масовим і характеристикам центровки наводяться допустимі маси і центровки ПС стосовно всіх передбачених його конфігурацій, етапам і режимам польоту.

У перелік очікуваних умов експлуатації включають: максимальну масу ПС при рулінні, максимальну злітну масу, максимальну посадкову масу, максимальну масу ПС без палива, максимальну масу палива, максимальне комерційне навантаження ПС, гранично передню і гранично-задню центрування ПС.

У переліку очікуваних умов експлуатації по режимам роботи двигунів наводяться дані по параметрах і максимально-допустимої тривалості безперервної роботи двигунів на різних режимах: злітний режим, максимальний тривалий режим, польотний малий газ, земної малий газ, режим максимального реверсу, а також на інших фіксованих режимах, використання яких може бути передбачено відповідно до конкретних особливостями конструкції ПС і його СУ, льотних характеристик, умов застосування і т. п. як очікуваних умов експлуатації з питань , що стосуються необхідних обсягу, періодичності та якості ТО ПС повинен бути визначений комплекс робіт, виконуваних технічним персоналом, з метою своєчасної підготовки ПС до польотів і підтримання їх ЛП протягом встановлених для експлуатації ресурсів і терміну служби.

В процесі розробки і випробувань ПС в якості вихідних даних для визначення умов експлуатації повинні враховуватися:

- допустима інтенсивність експлуатації в годинах нальоту ПС (кількість польотів) на рік;
- ресурс ПС до списання по допустимому нальоту годин, кількості посадок або терміну служби;
- початковий призначений ресурс до початку пасажирських перевезень;

- початковий ресурс до першого ремонту;
- ресурс двигуна (початковий, до першого ремонту, до списання);
- ресурси (терміни служби) комплектуючих виробів;
- види ТО.

Для встановлення очікуваних умов експлуатації, пов'язаних з особливостями застосування ПС використовуються відомості, наведені в керівних документах загального призначення, які регламентують правила польотів, їх організацію та забезпечення.

Наземні засоби забезпечення польоту повинні вибиратися в залежності від призначення ПС і ступеня використання конкретних трас маршрутів та аеродромів.

Кожне ПС повинне проектуватися з урахуванням того, що воно повинно бути в максимальному ступені пристосоване до існуючих і перспективних наземним засобам забезпеченні польоту або при необхідності має бути забезпечено спеціальними для даного типу ПС засобами.

У числі очікуваних умов експлуатації, пов'язаних з забезпеченням польотів, вказуються склад і характеристики засобів, використовуваних для ТО ПС з метою підтримки його в справному та працездатному стані відповідно до встановлених нормативів.

До складу очікуваних умов експлуатації включаються мінімуми для зльоту і посадки. Вони характеризують метеорологічні умови, в яких повинна бути передбачена можливість безпечного виконання зазначених етапів польоту.

Мінімуми для зльоту і посадки встановлюються для аеродрому і командира ПС. Вони істотно залежать від складу використовуваного обладнання, льотно-технічних характеристик ПС на режимах зльоту і посадки, параметрів аеродрому і кваліфікації екіпажу ПС.

Як очікуваних умов експлуатації виробником повинен бути розроблений перелік палив і олив, інших рідин і газів, необхідних для забезпечення нормальної експлуатації ПС з урахуванням особливостей конструкції його

систем і агрегатів.

Допустимі параметри і режими польоту включають в себе: висоти польоту, горизонтальні і вертикальні швидкості, перевантаження, кути атаки і ковзання, крену і тангажу.

Як очікуваних умов експлуатації за параметрами (режимам) польоту розглядаються експлуатаційні та граничні обмеження параметрів і режимів польоту ПС, а також рекомендовані режими польоту.

Для конкретного типу ПС очікувані умови експлуатації за параметрами польоту будуть суто індивідуальними залежно від його призначення, особливості конструкції і льотних характеристик.

3.3 Експлуатаційна живучість конструкції повітряних суден

Відповідно до сучасних норм ЛП конструкція ПС повинна володіти експлуатаційної живучістю.

Конструкція ПС повинна бути спроектована таким чином, щоб при експлуатації забезпечувався високий рівень її безпеки за умовами міцності.

Під безпекою конструкції за умовами міцності на увазі як властивість самої конструкції, так і способи підтримки її міцності при тривалій експлуатації [58].

Оцінка безпеки конструкції за умовами міцності повинна показати, що в межах встановленого призначеного ресурсу (терміну служби) в очікуваних умовах експлуатації практично неймовірні аварійні і катастрофічні ситуації через втому конструкції, пошкодження корозією і випадкових факторів.

Безпека конструкції за умовами міцності забезпечується:

- відповідною конструкцією ПС;
- технологічними процесами виготовлення ПС;
- технічним обслуговуванням;
- виконанням бюлетенів по доопрацюванням;
- дотриманням встановлених правил і умов експлуатації.

Вона підтверджується:

- результатами відповідних розрахунків;
- дослідженням фактичних умов експлуатації, в тому числі характеристик середовища та діючих навантажень;
- результатами випробувань на міцність;
- результатами лабораторних і стендових випробувань конструкцій основних компонентів ПС, їх частин та матеріалів;
- досвідом експлуатації ПС даного типу і (або) ПС аналогічних типів.

В даний час при створенні конструкції ПС реалізуються три основних принципи (підходу) забезпечення її безпеки за умовами міцності:

- безпечний ресурс (термін служби);
- безпека руйнування (відмови) ;
- допустимість пошкодження.

Останні два з вказані принципів об'єднуються узагальненим терміном «експлуатаційна живучість».

При аналізі безпеки конструкції, за умовами міцності розрізняють, рисунок 3.1:

- основну силову конструкцію;
- основні силові елементи;
- особливо відповідальні конструктивні елементи;
- критичні місця конструкції.

Найважливішим завданням є зробити відбір складових частин «цементів конструкції ПС, що відносяться до критичних місцях конструкції».

Перелік критичних місць розробляється при проектуванні ПС і уточнюється за результатами лабораторних випробувань і досвіду експлуатації. При відборі складових частин і елементів конструкції для включення їх до переліку критичних місць терміни вживаються в такому критерії:

- умови навантаження;
- наслідки тріщиноутворення;
- можливість проведення огляду;

- можливість пошкодження в декількох місцях;
- конструкційна надмірність;
- можливість виникнення корозії.

Оцінки характеристик допустимості пошкодження (живучості) складових частин і силових елементів конструкції повинні бути засновані на ретельно відібраної інформації, включаючи результати аналізу, випробувань і досвід експлуатації, а також – спеціальних перевірок та оглядів, які можуть бути передбачені для даної типової конструкції. За цією інформацією можна судити про місце або місцях можливої появи тріщин в кожній складовій частини або силовому елементі конструкції, а також про напрацювання або числі польотів, після досягнення яких це може статися.

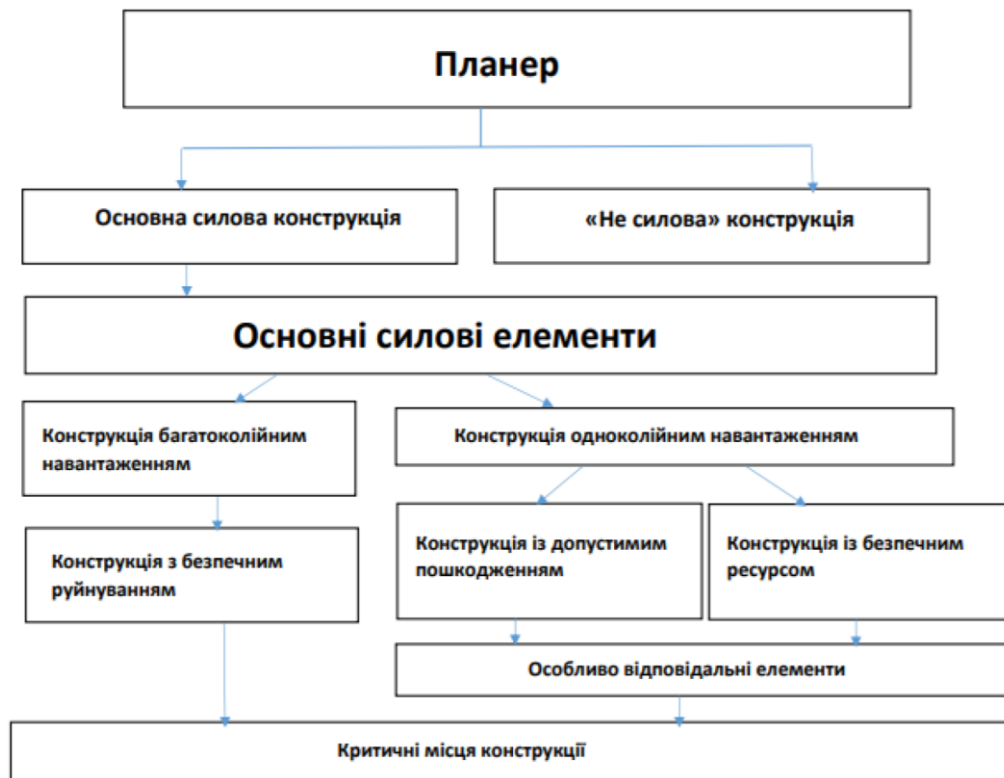


Рисунок 3.1 – Класифікація елементів конструкції планера ПС

Необхідно визначити характеристики швидкості розвитку пошкоджень, а також їх вплив на прилеглі складові частини в плані взаємодії, що веде до більш швидкому або більш обширного пошкодження. Цей аналіз повинен включати місця можливого утворення тріщин, що викликаються втомуою,

корозією, корозією під напругою, зносом, відклеюванням, випадковим пошкодженням, виробничими дефектами або іншими недоліками в тих зонах, які за результатами досвіду експлуатації або оцінки конструкції вважаються найбільш уразливими.

Необхідно визначити мінімальний розмір пошкодження, який практично можна виявити, і пропоновані методи контролю, а також число польотів, необхідних для того, щоб тріщина розвинулася від піддається виявленню розміру до допустимого остаточного розміру пошкодження таким чином, щоб конструкція мала залишкову міцність, відповідну умовам допустимого ушкодження (0,67 від початкової міцності).

При виборі пропонованих методів контролю повинні бути розглянуті: а) візуальний огляд; б) неруйнівний (інструментальний) контроль; в) аналіз даних вбудованих бортових пристроїв моніторингу навантажень і дефектів.

Постійна оцінка цілісності конструкції може виявити більш істотні пошкодження, ніж ті, які можливо розглядалися при первинній оцінці ПС, такі, як:

а) безліч дрібних близько розташованих тріщин, кожна з яких може бути коротше мінімальної виявленої її довжини, раптово перетворилися в одну довгу тріщину;

б) руйнування або часткові пошкодження в інших місцях конструкції, що виникають в результаті перерозподілу навантажень внаслідок первісного руйнування і призводять до прискореного розвитку втоми;

в) одночасні руйнування або часткові пошкодження елементів з множинними шляхами передачі навантажень (наприклад, вушок, планок або обмежувачів зростання тріщин), що працюють з однаковим рівнем напруги;

г) осередки корозії в інших місцях конструкції.

Виникаючі в процесі експлуатації пошкодження конструкції регламентуються у відповідних нормативних документах.

Безпека конструкції з допустимими ушкодженнями досягається системою контролю її стану. Тому головною метою аналізу допустимого

ушкодження є оцінка контролепридатності силових елементів конструкції і програми їх огляду в процесі експлуатації, особливо в зонах ймовірного виникнення втомних і корозійних пошкоджень, а також в зонах пошкодження випадковими навантаженнями в експлуатації [59].

Програма оглядів повинна визначати частоту оглядів, умови їх проведення і засоби контролю (в тому числі інструментального). Частота (періодичність) оглядів силових елементів конструкції повинна визначатися на основі оцінки часу росту пошкодження (тріщини) від мінімального, але надійно виявленого розміру, до граничного. Необхідний можливо повільне зростання цих пошкоджень з тим, щоб необхідна частота огляду (інструментального контролю) була прийнятною для системи технічного обслуговування і ремонту ПС.

Успішна реалізація принципу експлуатаційної живучості передбачає високий рівень експлуатаційної технологічності і контролепридатності конструкцій ПС [60].

3.4 Збереження цілісності конструкції повітряних суден за умовами міцності

У Додатку 8 ІСАО «Летная годность ВС» сказано, що держава розробника ПС забезпечує наявність програми збереження цілісності його конструкції для забезпечення ЛП.

Ініціатором розробки програми цілісності конструкції виступає організація, відповідальна за типову конструкцію ПС. Розробка програми проводиться спільно з представниками експлуатантів і повноважних органів в області льотної придатності. При цьому повноважний орган визначає, в якому обсязі зміст програми є обов'язковим для виконання.

Визнано, що до моменту початку експлуатації ПС кожен експлуатант повинен мати програму ТО. Крім того, організація, відповідальна за типову конструкцію, зобов'язана постійно оцінювати цілісність своїх типових конструкцій протягом усього терміну їх експлуатації, приймаючи до уваги вихідні припущення і вимоги до конструкції, розвиток технологій і поведінку

конкретної конструкції в експлуатації. За результатами такої оцінки організація, відповідальна за типову конструкцію, і експлуатанти зобов'язані спільно розробляти і випускати інформацію, що доповнює чинні програми ТО експлуатантів з метою виявлення пошкодження конструкції до того, як воно стане серйозною проблемою для всього парку. Така інформація про перевірки та оглядах ґрунтується на матеріалах аналізу, підкріплених даними випробувань і досвідом експлуатації, та підлягає включенню до програми збереження цілісності конструкції.

Використовувані при проведенні постійної оцінки цілісності конструкції і розробки програми збереження цілісності конструкції методи, принципи і дані представляються повноважному органу для розгляду. Особливий акцент робиться на тому, що перевірки, модифікації і заміни елементів, описані в зазначеній програмі, є додатковими до оригінального пакету ТО.

Кожен експлуатант повинен переглядати свою програму ТО для включення, при необхідності, що містяться в програмі збереження цілісності конструкції даних.

Експлуатант своєчасно сповіщає організацію, відповідальну за конструкцію типу ПС, про використання ПС, виявлених в експлуатації недоліки конструкції та результати первинного їх аналізу, якщо такі є.

Зазначені дані повинні включати опис і вказівка місця пошкодження, позначення конкретного ПС, відповідні дані про виконані на ньому модифікаціях і історії його експлуатації, напрацювання з початку експлуатації, наробіток після останнього планового виду ТО або ремонту, спосіб виявлення нестачі і його можливу причину.

Першочерговим завданням є визначення складових частин конструкції і елементів, що сприймають основну частину навантажень в польоті і на землі, навантажень від надлишкового тиску або керуючих впливів, і відмови яких можуть вплинути на цілісність конструкції, необхідну для забезпечення безпеки польотів і, отже, характеристики живучості або безпечного ресурсу, які необхідно визначити чи підтвердити.

Ці підтверджують дані повинні містити належну оцінку експлуатаційних спектрів навантажень, розподілу навантажень по конструкції і властивостей матеріалів. При встановленні термінів початку перевірок і оглядів, їх періодичності і, при необхідності, обов'язкових термінів списання повинні бути передбачені певні допуски на розкид в оцінках термінів початку утворення тріщин протягом терміну експлуатації конструкції і швидкості поширення тріщин. В інших випадках термін початку перевірок і оглядів може бути заснований виключно на статистичній оцінці досвіду експлуатації парку ПС.

Деякі організації, відповідальні за типову конструкцію, розглядають в якості ефективного методу оцінки стану конструкції старіших ПС проведення їх вибіркового перевірок і оглядів, що включають активне використання неруйнівних методів контролю та інспектування окремих ПС з частковою або повною розбиранням їх конструкції.

Програми збереження цілісності конструкції ПС час від часу звіряються з поточним досвідом експлуатації. Будь-який виник непередбачений дефект аналізується в рамках безперервної оцінки цілісності конструкції з тим, щоб визначити необхідність перегляду програми. Експлуатаційні бюлетені щодо конструкції планера повинні містити зазначення щодо їх впливу на розглянуту програму.

При оцінці цілісності конструкції конкретного типу ПС враховується перш за все інформація, яка повинна зберігатися в організації, відповідальній за типову конструкцію у формі, зручній для повторного звернення і довідок:

- поточні експлуатаційні статистичні дані по парку в частині нальоту в годинах або числі польотів;
- типовий політ або польоти, прийняті при проведенні оцінки;
- умови навантаження конструкції в окремих обраних польотах;
- підтверджують результати випробувань і відповідний досвід експлуатації.

Крім того, для оцінки цілісності конструкції кожної критичної складової частини або елемента конструкції ПС необхідно мати наступні дані:

- підстави для оцінки характеристик живучості або безпечного ресурсу даної складової частини або елемента;
- місце або місця даної складової частини або елемента, де пошкодження може привести до порушення цілісності конструкції;
- рекомендовані для даної зони методи контролю та знайдений розмір пошкодження;
- для допускають пошкодження конструкцій - максимальний розмір пошкодження, при якому може бути показана необхідна залишкова міцність і критичний для неї розрахунковий випадок навантаження;
- для допускають пошкодження конструкцій за кожним місцем ушкодження - термін початку контролю і період розвитку пошкодження від виявленого до критичного його розміру, включаючи будь-які можливі випадки взаємовпливу з іншими місцями пошкоджень; і
- інформацію про будь-яких визнаних необхідними зміни раніше встановленого безпечного ресурсу складових частин і елементів.

Програма збереження цілісності конструкції ПС відповідно до рекомендацій ІСАО, повинна як мінімум включати:

- додаткові перевірки і огляди;
- заходи попередження і контролю рівня корозії;
- модифікації конструкції планера і пов'язані з ними перевірки і огляди;
- оцінку ремонтів.

Програма додаткових перевірок і оглядів повинна містити рекомендації щодо технологій контролю і заміни або модифікації складових частин або елементів, необхідних для підтримки безпечної експлуатації даного ПС. Ця програма ґрунтується на наступних відомостях:

- а) опис даної складової частини або елемента і прилеглої конструкції (спосіб забезпечення доступу також повинен бути приведений);
- б) вид розглянутого пошкодження (наприклад, втома, знос, корозія, випадкове пошкодження);
- в) будь-який досвід експлуатації та експлуатаційні бюлетені, які

стосуються даного питання;

- г) ймовірне місце (місця) пошкодження;
- д) рекомендовані метод і технологія контролю та альтернативи їм;
- е) мінімальний розмір пошкодження, що вважається що виявляється при даному методі контролю;
- ж) вказівки експлуатанту щодо того, які результати перевірок і оглядів повинні доводитися до організації, відповідальної за типову конструкцію;
- з) рекомендований термін початку проведення контролю;
- і) рекомендована періодичність повторного контролю;
- к) посилання на будь-яку не обов'язково модифікацію або заміну складової частини або елемента, виконання яких виключить необхідність проведення огляду;
- л) посилання на обов'язкову модифікацію або заміну складової частини або елемента в установлений строк, якщо забезпечення безпеки руйнування шляхом перевірок і оглядів з практичної точки зору;
- м) інформація про будь-яких визнаних необхідними зміни раніше встановленого безпечного ресурсу.

Програма попередження і контролю рівня корозії повинна містити рекомендації щодо визначення рівнів корозії, способам контролю, відновлення захисних покриттів, а також реєстрації та звітності за результатами контролю.

Слід зазначити, що стосовно корозії поки не розроблені аналітичні розрахункові методи встановлення термінів початку і періодичності виконання перевірок, тому необхідно керуватися результатами аналізу загальносвітового досвіду експлуатації.

В Керівництві з льотної придатності ПС вказано простий і надійний спосіб визначення рівня (ступеня) корозії, наприклад:

Рівень1. Корозійне пошкодження, що виникає в період між послідовними перевірками, яке:

- має місцевий характер і може бути усунуто в рамках обмежень,

передбачених керівництвом по ремонту конструкції;

- може бути пов'язано з подією, не типовим для практики використання експлуатантом інших ПС того ж парку (наприклад, протоку ртуті), або

- було зачищено кілька разів і за результатами останньої перевірки тепер виходить за допустимі обмеження, вимагаючи ремонту або часткової заміни основного силового елемента конструкції.

Рівень 2. Корозійне пошкодження, що виникає в період між послідовними перевірками, яке вимагає робіт по його усуненню, що виходять за рамки обмежень, передбачених керівництвом по ремонту конструкції; або потребує ремонту або часткової заміни основного силового елемента конструкції, але безпосередньо не загрожує льотної придатності.

Рівень 3. Корозійне пошкодження, що представляє безпосередню загрозу льотної придатності і вимагає вживання термінових заходів.

При виявленні корозії рівня 3 слід розглянути дії, які необхідно зробити у відношенні інших ВС експлуатанта даного парку. Держава реєстрації повинно забезпечити термінову передачу державі розробника докладних відомостей про вогнища корозії і запропонованих діях.

У програмі для кожного критичного місця конструкції ПС обумовлюються:

- конкретні дії, що вживаються в разі виявлення вогнищ корозії різного рівня;
- обставини, що вимагають застосування методів контролю, відмінних від візуальних;
- вимоги щодо доступності до критичних місцях конструкції для їх контролю;
- технологічні процеси відновлення захисного покриття;
- процедури реєстрації та звітності.

Реєстрація результатів оглядів особливо важлива в разі боротьби з корозією, оскільки вона дозволяє при наступних оглядах оцінювати дієвість протикорозійних заходів. У деяких випадках може виявитися доцільним

включити програму управління корозією безпосередньо в програму перевірок і оглядів даного ПС, наприклад, у формі ведення для кожного екземпляра ПС «Паспорти корозійного стану».

У програмі по модифікаціям конструкції і пов'язаних з ними перевірками і оглядами міститься докладна інформація про модифікаціях або заміни виробів і терміни їх виконання, які знизять або виключать необхідність проведення повторних перевірок і оглядів, спрямованих на збереження цілісності конструкції.

У зонах, важкодоступних для оглядів, що займають велику площу або часто контрольованих, виконання модифікації або заміни виробів з великою часткою ймовірності буде визнано обов'язковою. Одним із способів боротьби з корозією є використання водовиштовхуючих рідин інгібітор корозії.

Включення інгібітору корозії сприяє утворенню на поверхні металу пасивної плівки, що є основним заходом для попередження корозії.

Програма оцінки ремонтів авіаційних виробів містить пропозиції по оцінці вже виконаних ремонтів на експлуатованих ПС.

Оцінка ремонтів щодо збереження цілісності конструкції є складним завданням, що вимагає участі як експлуатанта, так і організацій, відповідальних за типову конструкцію.

Слід зауважити, що і розробка програми оцінки ремонтів і її реалізація в повному обсязі є складним завданням для експлуатантів і організацій, відповідальних за типову конструкцію ПС. Тому ці організації за допомогою експлуатантів н повноважних органів працюють над

створенням прийнятною для практики методології, яка дозволить експлуатантам оцінювати виконані ремонти без проведення складного аналізу.

3.5 Людський фактор при технічному обслуговуванні повітряних суден

В умовах все зростаючих обсягів авіаперевезень в світі, підвищення інтенсивності використання ПС неминуче зростають вимоги щодо

забезпечення БП. Необхідність вирішення проблеми забезпечення безпеки польотів зумовила пошук та розробку нових методів оцінки її рівня, формування теоретичних основ підтримання ЛП і забезпечення БП. При цьому слід мати на увазі, що у всіх випадках, пов'язаних з дослідженнями в даній області, присутній в явному або неявному вигляді «людський чинник» (ЛЧ) як один з найважливіших аспектів БП [61].

В будь-якої людської діяльності помилка людини має певні наслідки.

У ЦА спроби враховувати ЛЧ традиційно ставилися до роботи льотного екіпажу, а також в ряді випадків – до роботи диспетчерів з управління повітряним рухом. Вкрай рідко розглядалися ті аспекти ЛЧ, які могли б впливати на персонал, який здійснює технічне обслуговування повітряних суден і їх підготовку до польотів. Однак очевидно, що помилка при ТО ПС надає таке ж критичне вплив на БП, як і помилки пілотів або диспетчерів [61].

Дані світової та вітчизняної статистики свідчать про збільшення числа АП та інцидентів з причин, пов'язаних з технічним обслуговуванням ПС.

Таким чином, беручи до уваги, що ПС спроектовано для здійснення безпечних польотів протягом тривалого часу за умови регулярного виконання на ньому великого і складного обсягу робіт по ТО авіаперсоналом, безпеку польотів істотно визначається саме «людським фактором». Однак не слід вважати, що все АП та інциденти, пов'язані з ТО ПС, визначаються як помилки, допущені інженерно-технічним персоналом.

Обов'язки, пов'язані з ТО і інспекцією ПС, можуть бути дуже складними і змінюватися в обстановці, яка сприяла вчиненню помилок.

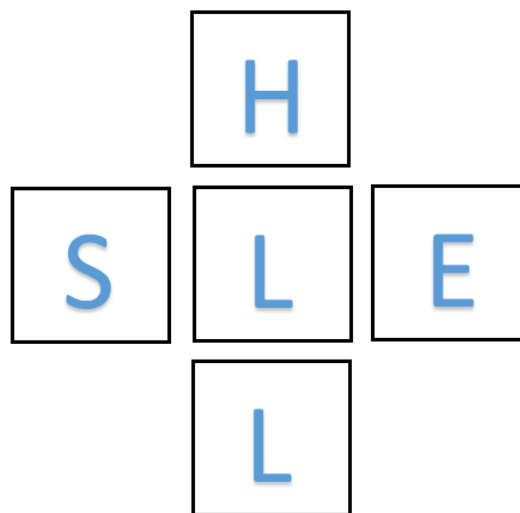
Обслуговуючий технічний персонал, по меншій мірі, в найбільш розвинених авіаційних системах часто працює при значному дефіциті часу. Співробітники баз ТО і станції ТО на авіалініях розуміють важливість витримування тимчасового графіка вильотів. Експлуатанти збільшили інтенсивність використання ПС, щоб впоратися з економічними труднощами, з якими стикається авіаційна галузь. Крім того, технічні фахівці часто обслуговують парк старіючих ПС. Нерідко в парках багатьох

авіатранспортних компаній, включаючи найбільші, можна виявити ВС, що мають вік 30-35 років.

У той час як триває технічна експлуатація старіючих ПС, парк багатьох авіатранспортних компаній світу поповнюється ПС, відповідними новому рівню розвитку техніки, що збільшує обсяг робіт, пов'язаних з ТО ПС. У нових ПС втілені технічні досягнення, такі як силові елементи, виконані з композиційних матеріалів, «прозорі кабіни», високоавтоматизовані системи, вбудовані діагностичне та повірочне обладнання.

Необхідність одночасно обслуговувати парк нових і старих ПС вимагає від фахівців, що виконують ТО, більш великих знань і більшого вміння, ніж раніше. Завдання одночасного обслуговування в авіатранспортних компаніях такого різноманітного парку вимагає висококваліфікованої робочої сили з належним рівнем загальної та професійної підготовки.

Для дослідження ЛЧ використовуються дві моделі, широко застосовуються в ІСАО: модель «SHEL»; модель «Різон». Модель «SHEL» і її блоки представлені на рисунку 3.2.



S – Software (програми, керівництва, технології, алгоритми);

H – Hardware (об'єкт - ПС); E – Environment (середовище – зовнішні умови);

L – Liveware (суб'єкт – людина) [61]

Рисунок 3.2 – Модель «SHEL»

Суб'єкт (людина) є найбільш критично і гнучким елементом системи (моделі). Межі цього блоку носять звивистий характер, в зв'язку з цим вони повинні мати точне сполучення з межами інших блоків (елементів), що забезпечує стабільність (стійкість) системи в цілому. Для досягнення такого сполучення важливо розуміти і враховувати такі характеристики людини, як фізичні розміри, підлогу, фізіологічно потреби, характеристики сприйняття і обробки інформації і реакції на неї, самопочуття і характер поведінки.

Не менш важливим є розуміння і врахування особливостей взаємодії:

- підсистеми «людина-машина» (характеризується ступенем пристосованості машини – ПС до виконання на ній різного роду робіт в процесі експлуатації);

- підсистеми «людина-середовище» (характеризується параметрами навколишнього середовища: температура, вібрація, тиск, вологість, шум, освітленість, висота, замкнутий простір, час доби, рівень радіації, організаційно-управлінські чинники і інші);

- підсистеми «суб'єкт-суб'єкт» як вид взаємодії між людьми в процесі трудової діяльності (характеризується як професійною підготовкою кожного фахівця, так і злагодженістю (сумісністю) групи (бригади) фахівців, взаємовідносинами керівництва з персоналом).

Модель «РІЗОНА» і елементи її складові представлені на рисунку 3.3. Авіаційна галузь розглядається як складна виробнича система, в рамках якої визначаються різні види «вкладу» людини в порушення цілісності даної системи.

Ключовими елементами системи є: коло осіб, котрі приймають рішення (вищої ешелон керівництва); коло осіб, які здійснюють лінійне керівництво по виконанню рішень, прийнятих вищим ешелоном керівництва; коло осіб - виконавців (робочої сили), які здійснюють продуктивну діяльність в певних неодмінних умовах (при наявності необхідного обладнання, забезпечення безпечного рівня навченості персоналу, забезпечення безпечних умов праці і т.п.) [61].

Модель «Різон» пояснює, яким чином людина «сприяє» порушення працездатності добре організованої системи, що має, однак, цілий ряд недоліків і схильною до різних несприятливих факторів, які залежать від персоналу [61].

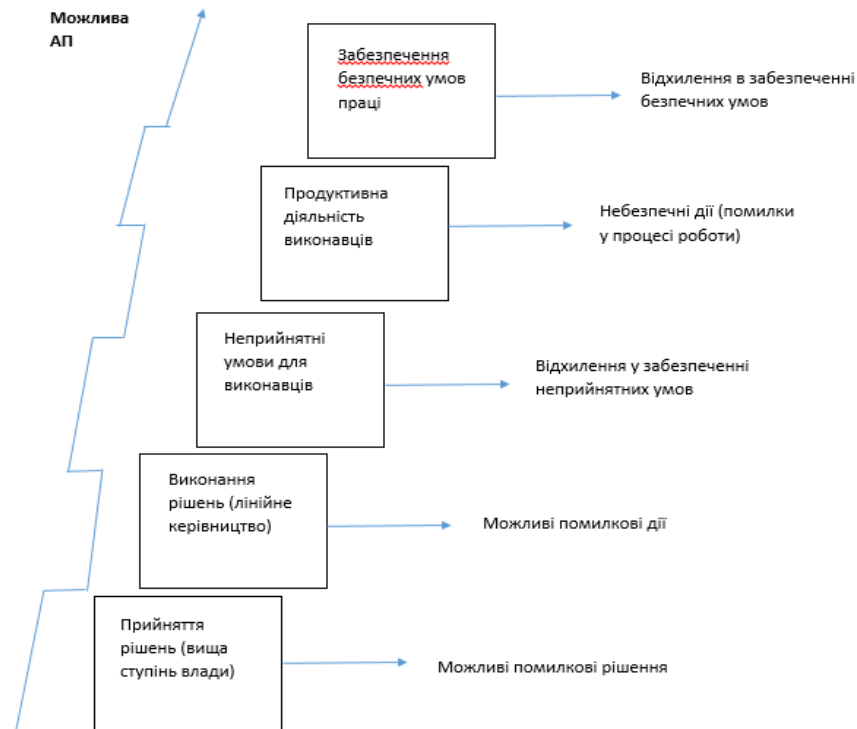


Рисунок 3.3 – Модель причинної обумовленості АП

У зв'язку з цим відмови можуть носити: активний характер (виявляються негайно з причини, пов'язаної з порушенням (помилкою) виконавця); прихований характер, якщо порушення допущено задовго до події (при прийнятті рішень або на рівні лінійного керівництва). Помилки людини при ТО ПС можуть бути двох основних видів [61]:

- 1) призводять до конкретного відмови або пошкодження, яких не було до початку проведення ТО;
- 2) невиявлення небажаного або небезпечного технічного стану ЗС при виконанні робіт по ТО.

Прикладами помилок першого виду можуть служити: неправильна установка змінних блоків; неправильне з'єднання тросової проводки; залишена в трубопроводі при складанні гідромагістралі запобіжна заглушка.

Приклади помилок другого виду: непомічена при візуальному огляді тріщина в силовому елементі; демонтаж справного блоку замість несправного через неправильно встановленої причини відмови; недостатня професійна підготовка виконавця; нестача виділених ресурсів або інструментів, необхідних для ТО; дефіцит часу і т.п.

Проведений аналіз зарубіжної та вітчизняної практики експлуатації ПС дозволив виявити найбільш характерні недоліки ТО, до яких відносяться: неправильна збірка компонентів; з'єднання не тих елементів; неправильне з'єднання електропроводки; залишені на ПС предмети (інструменти і т.п.); неправильно виконана мастило; незакріплені кожухи, кришки оглядових люків, обтічники; незняті перед вильотом чеки, заглушки, фіксатори, струбцини тощо

Як показує практика розслідування АП і інцидентів, причини, пов'язані з ЛЧ при ТО, можуть носити як особистісний, так і організаційний характер, при цьому, як правило, виявляється безліч різних чинників, одночасна поява яких просто не очікувалося. Фахівці вважають, що ще не було жодного АП, яке було б викликано однією подією, якими б очевидними не здавалися причинні фактори. Практично завжди є ланцюг прихованих порушень.

Тому найчастіше персонал може дізнатися про них через кілька днів або місяців, а може і ніколи не дізнається. Коли проявляється помилка, допущена людиною при ТО, то ми часто знаємо тільки про стан ПС, до якого вона привела, при цьому дуже рідко знаємо, чому сталася помилка. Процес ТО ПС докладно не реєструється на відміну від режимів польоту ПС або управління його рухом. З цієї причини, як правило, відсутні дані, необхідні для аналізу помилок при ТО ПС, що змушує фахівців давати одне пояснення причин помилок - «недоліки ТО і контролю (інспекції)».

Проте, вивчення ролі людського фактору при розслідуванні АП та інцидентів показало, що, приділяючи більше уваги не індивідуальним помилкам, а системним і організаційним недоліків, можна внести значний вклад в зведення до мінімуму частоти помилок, що здійснюються людиною.

При вивченні помилок людини при ТО ПС з теоретичної точки зору повинна бути передбачена їх класифікація. У психології пізнання є ряд варіантів класифікації, наприклад: випадкові збої і помилки-ляпсуси; дії або бездіяльності; помилки через недостатню кваліфікацію і недотримання правил; систематичні і випадкові помилки. Однак у всіх випадках для фахівців, що займаються ТО ПС, важливо знати про можливості впливу на частоту появи помилок.

Класифікація помилок може бути побудована і на аналізі, і на обліку їх причин або сприяючих факторів, що включають, наприклад, рівень навченості персоналу, досконалість технології, методів організації та управління, досконалість застосовуваних інструментів, навколишнє середовище (робоче місце), досконалість конструкції ПС. Дослідження в даному випадку повинні проводитися так, щоб звести до мінімуму суб'єктивність оцінок і забезпечити розуміння результатів як з боку конструкторів ПС, так і з боку керівників сфери ТО ПС.

Найбільш значущою, але і не менш складною, є завдання класифікації стратегій запобігання помилок при ТО ПС. Можуть бути розглянуті три класи стратегій впливу на людський фактор (на помилки людини) при ТО ПС:

1. Зниження частоти помилок. Стратегії цього класу призначені для безпосереднього впливу на джерело самої помилки. Прикладами таких стратегій є: полегшення доступу до обслуговуваних об'єктах; поліпшення освітлення в зоні виконання робіт; попередній детальний інструктаж.

2. Перехоплення помилок. Робиться спроба «перехопити» вже зроблену помилку до вильоту ПС. Прикладами таких стратегій є: контрольні перевірки якості виконаних робіт по ТО перед вильотом; перевірка працездатності систем.

3. Терпимість до помилок. Дана стратегія передбачає здатність системи ТО ЗС реагувати на помилку без серйозних наслідків. Терпимість до помилок може забезпечуватися як конструкторськими методами, так і досконалістю процедур контролю технічного стану ПС. Прикладами є: багаторазове

резервування (підвищена живучість) функціональних систем ПС (коли помилка людини може вивести з ладу тільки одну з систем); програма контролю цілісності конструкції ВС, яка передбачає кілька можливостей своєчасного виявлення втомної тріщини елемента конструкції, Таким чином, з трьох розглянутих стратегій, спрямованих на зменшення частоти помилок, безпосередньо впливають на помилки. Стратегії «перехоплення» та «терпимості» до помилок безпосередньо пов'язані з досконалістю конструкції ПС як об'єкта ТО, а також з цілісністю і досконалістю системи ТО ЗС в цілому.

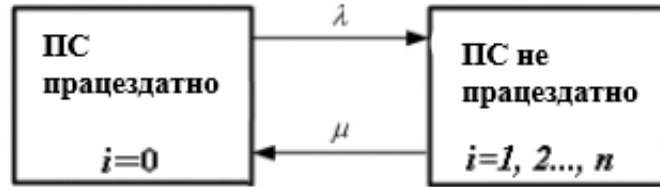
Процес збереження льотної придатності ПС вимагає постійного надійного інформаційного супроводу. Інформація про ТО ПС призначена, перш за все, для технічних фахівців, інспекторського та керівного складу, організуючого і виконує регламентне обслуговування, діагностування та відновлення авіаційної техніки. Вид інформації пов'язаний, перш за все, з діючою нормативно-технічною документацією та її коригуванням в процесі тривалої експлуатації ПС, з проблемами, що знижують рівень безпеки польотів, ніж повинні бути сповіщені всі експлуатанти, розробники і виробники ПС даного типу.

Через все зростаючої складності нових типів ПС проблеми ТО і збереження їх льотної придатності все в більшій мірі залежать від рівня знань та професійної майстерності фахівців. Технічний персонал, який обслуговує сучасні ПС, повинен мати великі знання в області теорії побудови систем ТО ПС, вміти виконувати складні регульовальні та перевірочні роботи, правильно тлумачити їх результати, вміти поводитися з електронними та автоматичними пристроями, комп'ютерною технікою.

Якість ТО ПС і безпомилковість виконання робіт на них в значній мірі залежать від умов роботи технічного персоналу, які часто далекі від ідеальних: погана погода, нічні умови, різко негативна або спекотна погода, відсутність ангарних споруд, низька освітленість і т.п. У всіх зазначених випадках додатковий контроль якості ТО, що виконується в ускладнених умовах це важливий шлях значного зниження ймовірності помилок персоналом.

3.6. Аналіз моделі станів повітряного судна

Модель переходу стану ПС представлена рисунку 3.4. Повне і всебічне дослідження складної системи на стадії її експлуатації неможливе без моделювання протікають у ній процесів.



$i = 0$ – ПС справне; $i = 1, 2 \dots, n$ – ПС несправне;

λ – інтенсивність відмов; μ – інтенсивність відновлення;

Рисунок 3.4 – Модель переходу стану ПС, де: i – стан компонентів ПС

Моделювання є засобом, що дозволяє вирішувати проблеми побудови та оптимізації систем організаційного управління.

Розглянемо поведінку ПС, стан якої характеризується n дійсними числами $s_0, s_1, s_2, \dots, s_n$. Таким чином, ПС може бути в одному з декількох станів: s_0 - справний стан; s_1 – несправний стан через несправність будь-якого компонента ПС; s_2 – несправний стан через виконання технічного обслуговування; s_3 – несправний стан через виконання ремонту; s_4 – несправний стан із-за очікування обслуговування та ін. Векторний простір s векторної змінної $s = (s_0, s_1, s_2, \dots, s_n)$ є фазовим простором ПС, що розглядається, зміна стану якого показано на рисунку 3.4.

Нормальна математична модель ПС представляється як графа станів. Вершинами графа є можливі стани ПС $s = (s_0, s_1, s_2, \dots, s_n)$, що виникають при несправності систем та їх компонентів. Напрямок дуги, що зв'язують вершини графа, вказують на можливі напрямки переходів. Над зв'язками вказуються інтенсивності переходів з одного стану до іншого стану. З позиції теорії надійності всі елементи та системи ПС можуть бути у двох станах: працездатному чи непрацездатному. При експоненціальному законі розподілу подій функція щільності ймовірності розподілу відмов визначається рівнянням:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (3.1)$$

Використовуючи теорію Марківських процесів за графом станів, складемо систему звичайних диференціальних рівнянь першого порядку, що описують перехід ПС з різних станів:

$$\frac{dP_0(t)}{d(t)} = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t), \quad (3.2)$$

$$\frac{dP_1(t)}{d(t)} = -\mu P_1(t) + \lambda P_0(t) \quad (3.3)$$

де $P_i(t)$ – ймовірність, що ПС перебуває у стані i під час t , при $i = 0$ (стан справності),

$i = 1$ (стан несправності);

У початковому стані, під час: $t = 0$, $P_0(0) = 1$ та $P_1(0) = 0$.

Використовуючи перетворення Лапласа та формули (3.2) та 3.3), визначимо ймовірність переходу стану ПС:

$$sP_0(s) - sP_0(0) = -\lambda P_0(s) + \mu P_1(s), \quad (3.4)$$

$$sP_1(s) - sP_1(0) = -\mu P_1(s) + \lambda P_0(s) \quad (3.5)$$

де $P_i(s)$ є перетворенням Лапласа – ймовірність того, що ПС знаходиться в стані i , при $i = 0, 1$. Перетворюючи (3.5), отримуємо ймовірність знаходження ПС у стані відмови

$$P_1(s) = \frac{\lambda P_0(s)}{s + \mu} \quad (3.6)$$

Перетворення (3.6) з урахуванням (3.5), дає можливість знаходження ПС у безвідмовному стані:

$$P_0(s) = \frac{s + \mu}{s(s + \lambda + \mu)} \quad (3.7)$$

Взяття інверсії Лапласа перетворює рівняння (3.7) до наступного виду

$$P_0(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \times e^{-(\lambda + \mu)t} \quad (3.8)$$

Для $f(t) = P_0(t)$ функція (3.8) визначає ймовірність знаходження ПС у справному стані.

Прийmemo, що надійність ПС – $R(t)$, це ймовірність знаходження ПС у справному стані $R(t) = P_0(t)$ і визначається відповідно до (3.8) наступним

$$\text{рівнянням: } R(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \times e^{-(\lambda + \mu)t}$$

Для виділення певного конструктивного елемента системи з множини інших елементів кожному елементу повідомляється формальна відмітна ознака – код. Код елемента може мати вигляд як цифрового так і буквено-цифрового ідентифікатора [62-64].

Використання коду рівносильне задаванню множини відомостей про характеристики й властивості елементів систем, а також про номенклатуру, структурне розташування елементів, що утворюють складну систему. Множина факторів записується в зовсім певній послідовності, створюючи впорядковану множини – кортеж: $Y = \langle x_1 x_2 \dots x_n \rangle$. Використання кортежу зручно для запису інформації про об'єкт при автоматизованому рішенні практичних завдань, тому що кожний компонент кортежу займає в ньому зовсім певне положення, що дозволяє досить охайно робити запис інформації і її пошук.

Принциповою цінністю використання даного методу є те, що можна заздалегідь досліджувати фактори (проблеми) до створення ПС, розробити вимоги до конструкції й системи ТО більше близькі до оптимального.

Характеристики надійності ПС та його компонентів (комплектуючі елементи) є вихідними для забезпечення або оцінки надійності ФС ПС у цілому.

Одержання повних характеристик надійності елементів систем вимагають великої кількості інформації, що не завжди можливо одержати, а в більшості випадків, що зустрічаються на практиці, у цьому немає й необхідності.

Для формування короткої комплексної характеристики експлуатаційних властивостей ПС виділимо « n » ознак. Кожній ознаці поставимо у відповідність « m » станів. Тоді комплексну характеристику експлуатаційних властивостей виробу можна представити у вигляді: $V_K = \{x_1^{i_1}, x_2^{i_2}, \dots, x_j^{i_j} \dots x_n^{i_n}\}$, де $i_j \begin{pmatrix} j=1 \div n \\ i=1 \div m \end{pmatrix}$ – станів j ознаки. На рисунку 3.5 наведено приклад кодування властивостей ПС.

Загальне число можливих характеристик надійності ПС та його компонентів обчислюється в тому випадку тисячами, кожної з яких відповідає та або інша стратегія експлуатаційних впливів і оптимальний режим ТО.

	Властивості об'єкта експлуатації					
	Функціональна значимість	Надійність	Кратність резервування	Вірогідність контролю	Експлуатаційна технологічність	Витрати на ТО
	A	B	C	D	E	F
Інтервал значень фактора	A_{m1}	B_{m1}	C_{m1}	D_{m1}	E_{m1}	F_{m1}
	A_{m2}	B_{m2}	C_{m2}	D_{m2}	E_{m2}	F_{m2}
	A_{m3}	B_{m3}	C_{m3}	D_{m3}	E_{m3}	F_{m3}
	A_{m4}	B_{m4}	C_{m4}	D_{m4}	E_{m4}	F_{m4}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	A_{mA}	B_{mB}	C_{mC}	D_{mD}	E_{mE}	F_{mF}

→ $[A_i B_i C_i D_i E_i F_i]$ $\xrightarrow{\text{приклад}}$ $[A_1 B_3 C_1 D_4 E_2 F_3]$ $\xrightarrow{\text{код}}$ $[131423]$

Рисунок 3.5 – Приклад кодування властивостей об'єкту експлуатації

З умов організації ТО ПС і економічної реалізації на практиці оптимальний режим ТО для кожного виробу неможливий. Практично можна виділити невелике число форм ТО й визначити для кожної форми перелік компонентів (виробів), що підлягають ТО. При цьому будуть втрати, які можуть бути визначені ступенем відхилення оптимальних режимів ТО від можливих реалізацій на практиці [62-64].

Якщо визначити оптимальні «базові» властивості й характеристики «ідеальних» виробів і відповідні їм стратегії ТО: $V_B = \{B_1^{i_6}, B_2^{i_6}, \dots, B_n^{i_6}\}$, та на основі порівняння й оцінки ступеня відхилення характеристик компонентів від базових векторів можна вирішити ряд поставлених завдань.

Аналіз основних принципів проектування технічних пристроїв і досвіду їхньої експлуатації дозволяє встановити певні логічні правила конструювання компонентів ПС, які виражаються в раціональному сполученні певних характеристик і експлуатаційних властивостей виробів, що дозволяють найбільше ефективно їх використати в експлуатації [62-64].

Застосування цих правил і їхня формалізація дозволить встановити раціональний порядок проектування технічних пристроїв або проведення доробок на основі аналізу досягнутих значень визначальних характеристик і визначення вимог до інших експлуатаційних факторів даного виробу, що

забезпечує оптимальні (або близьке до оптимального) їхній сполучення.

Такий підхід для прийняття відповідальних рішень дозволяє сполучити оптимізацію із прогнозуванням, при цьому безпосередньо прогнозуються не параметрами моделі, а вхідні дані в математичну модель, що служить для визначення оптимального сполучення властивостей об'єкта експлуатації. Передовий досвід відбивається, головним чином, у вхідних даних і тому він розглядається як можливий варіант і коректується відповідно до конкретних обмежень і цільовою функцією [62-64].

При побудові вартості моделей безпосередньо прогнозуються лише ефект і обмеження як функція базових параметрів моделей стану компонентів ПС. Необхідні витрати для досягнення мети оцінюються конструктором, тому що ці витрати визначаються науково-технічними рівнем розробок, станом виробництва й ін. Використання базових моделей стану об'єктів експлуатації дозволяє вказати:

- зміну ефектів від експлуатації виробів при можливих змінах параметрів комплектуючих елементів;
- можливу (доцільну) область зміни кожного складової властивості об'єкта;
- граничні (доцільні) значення властивостей виробів;
- перевірити допустимість деяких обмежень при оптимізації й ін.

У загальному випадку цільова функція має вигляд:

$$\Omega = \Omega \{x_1^{i_1}, x_2^{i_2}, \dots, x_n^{i_n}, B_1^{i_6}, B_2^{i_6}, \dots, B_n^{i_6}\}$$

При зміні параметрів об'єктів у часі: $V_K(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)\}$, цільова функція також залежить від часу. Ефект від експлуатації виробів при можливій

зміні властивості визначається виразом: $E = f_E \sum_{j=1}^n [x_j^i(t) - B_j^i(t)]; \quad j = \overline{1 \div n}$.

Одним з методів визначення значень невідомих показників складається у використанні апріорних інтервальних оцінок цих показників з наступним обчисленням апостеріорних оцінок у міру нагромадження інформації.

Таке послідовне рішення завдань залежно від точності й вірогідності доступної інформації лежить в основі адаптивного процесу керування конструктивними розробками, формування й корегування процесу ТО ПС.

Критерій оптимізації «К» вибирається з умови забезпечення мінімуму питомих витрат, зв'язаних з експлуатацією виробів, або максимум ефекту на одиницю витрат [62-64]:

$$K = \frac{E(T)}{C(T)} = \frac{\int_0^T \gamma(t) dt}{\sum_{i=1}^k m_i \beta_i \dots t_i + \sum_{j=1}^l n_j \varepsilon_j \dots t_j}, \quad (3.9)$$

де $E(T)$ і $C(T)$ – відповідно сумарний ефект і витрати за час експлуатації;

$\gamma(t)$ – математичне очікування миттєвого значення ефекту від використання виробу;

k – кількість видів робіт з ТО;

m_i – кількість робіт з обслуговування i -го виду;

β_i – середні витрати за одиницю часу при проведенні i -го виду роботи;

l – кількість причин простоїв;

n_j – кількість простоїв про j -причині;

ε_j – середній збиток за одиницю часу простою по j -й причині;

t_j – середня тривалість простою по j -й причині.

t_i – середня тривалість проведення i -го виду роботи з ТО;

Критерій оптимізації – максимум ефекту на одиницю витрат, необхідних для його досягнення, є загальним стосовно наступних критеріїв оптимізації: мінімум сумарних витрат, мінімум питомих витрат, зв'язаних з експлуатацією пристрою, максимум коефіцієнта технічного використання і максимум коефіцієнта готовності. Якщо виріб призначений для задоволення фіксованих потреб [$E(T) = \text{const}$], то з формули (3.9) випливає, що критерієм оптимізації є мінімум сумарних витрат, зв'язаних з експлуатацією виробу.

Якщо прийняти математичне очікування миттєвого значення ефекту від експлуатації пристрою не залежним від часу і рівним одиниці [$\gamma(t) = 1$], то

критерієм оптимізації відповідно до вираження (3.9) є мінімум питомих витрат, зв'язаних з експлуатацією пристрою.

Якщо крім умови $\gamma(t) = 1$, також прийняти рівним одиниці середні витрати за одиницю часу при проведенні i -го виду робіт з обслуговування і середній збиток за одиницю часу простою по i -й причині або збиток від невиконання конкретного завдання ($\beta_i = \varepsilon_j = 1$), то вираз (3.9) буде представляти відношення часу експлуатації пристрою до сумарного часу простою. Таким чином, у цьому випадку критерієм оптимізації є максимум коефіцієнта технічного використання.

Якщо виконуються умови $\gamma(t) = 1$, середні витрати за одиницю часу при проведенні всіх непланових видів робіт з обслуговування і середній збиток за одиницю часу простою по всіх непланових причинах рівним одиниці, а середні витрати за одиницю часу при проведенні всіх планових видів робіт і середній збиток за одиницю часу простою по всіх планових причинах дорівнюють нулеві, то вираз (3.9) буде представляти відношення часу експлуатації пристрою до сумарного часу змушеного простою. Таким чином, у цьому випадку критерієм оптимізації є максимум коефіцієнта готовності. На рисунку 3.6 наведено взаємозв'язок коду виробу з критерієм оптимізації.

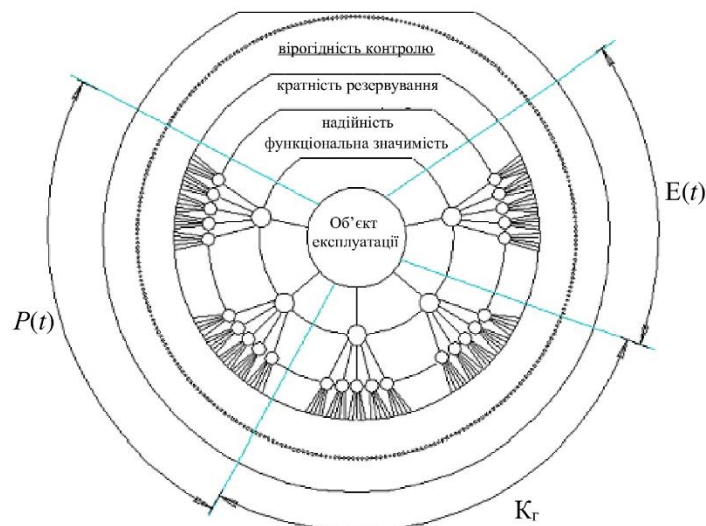


Рисунок 3.6 – Зв'язок коду виробу з критерієм оптимізації

На рисунку 3.7 представлено модель керування технічним станом ПС та його компонентів [62-64].

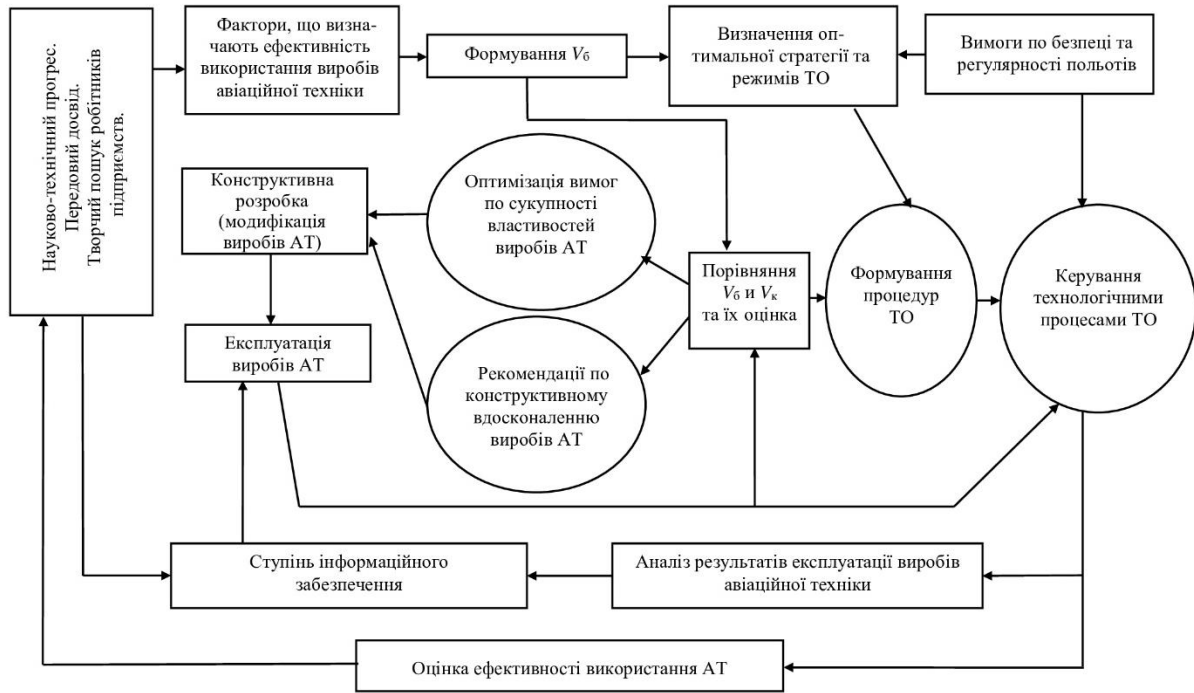


Рисунок 3.7 – Структурна модель керування технічним станом ПС

На рисунку 3.8 надано схему автоматизованої системи оцінки технічного стану та керування процесом ТО ПС

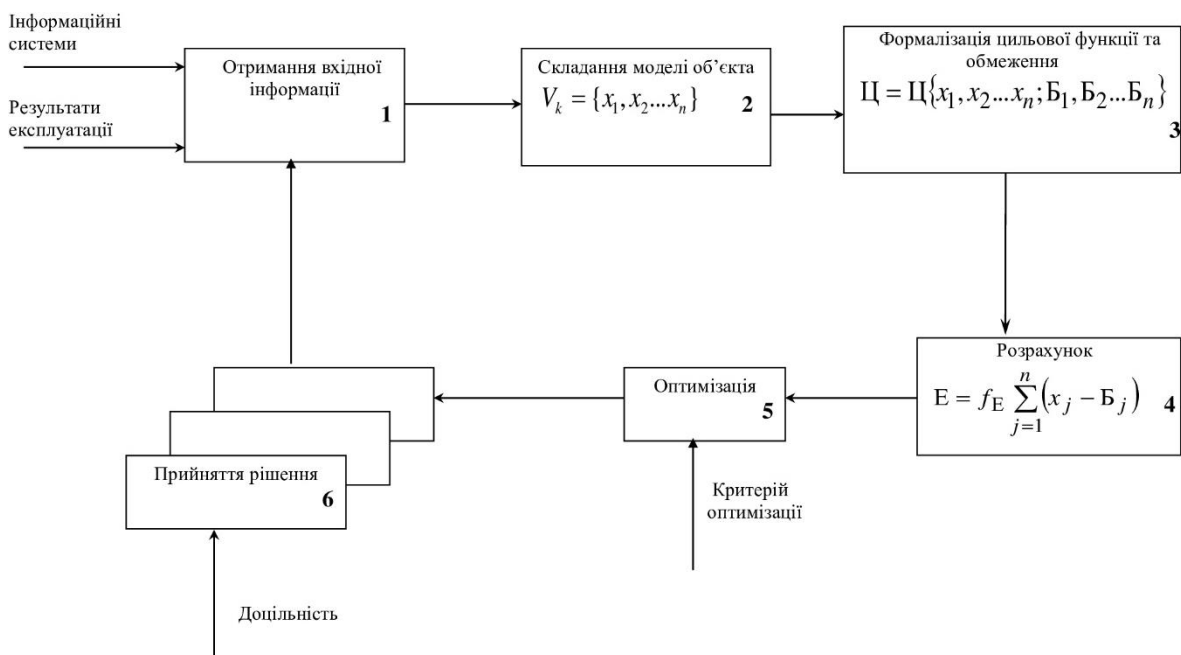


Рисунок 3.8 – Блок схема автоматизованої системи

Дані міркування дозволяють зробити висновок, що даний критерій оптимізації включає окремі випадки найбільш розповсюджених з використовуваних у даний час критеріїв оптимізації (коефіцієнт готовності, коефіцієнт технічного використання, питомі витрати, мінімум сумарних витрат).

Висновки до розділу 3

При виконанні даного розділу дипломної роботи виконано наступне:

– визначено та запропоновано особливості об'єктів експлуатації, які необхідно враховувати в системі підтримання льотної придатності повітряних суден задля забезпеченні необхідного рівня надійності компонентів повітряного судна та безпеки польотів взагалі;

– розроблено та запропоновано методичні основи побудови моделей керування процесом технічного обслуговування в системі підтримання льотної придатності повітряного судна.

У підсумку, розроблено структурну модель керування технічним станом ПС та блок схему автоматизованої системи.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Безпека на ПТ в ЦА являє собою стан АТС, при якому небезпека заподіяння шкоди особам або нанесення шкоди їх майну не перевищує прийнятного рівня і підтримується на цьому або нижчому рівні засобами безперервного процесу виявлення всіх джерел небезпеки, а також контролю і управління ними [65].

Технічне обслуговування в процесі експлуатації повітряних суден - важливий складовий елемент авіатранспортної послуги, що забезпечує функціонування авіації в усьому світі [66]. Небезпеки авіатранспортної послуги (всіх видів небезпеки, аж до екологічної небезпеки [67-71] як продукту виробничої діяльності і як об'єкта виробничого середовища, в значній мірі визначаються небезпеками складових процесу підготовки авіаційної техніки до експлуатації, в тому числі і професійної небезпекою обслуговуючого персоналу, які визначаються умовами його праці при проведенні ТО ПС.

Інтенсифікація діяльності в процесі збільшення числа польотів, а значить і числа процедур ТО ПС, формує процес накопичення проблем, які сприяють зростанню небезпеки в часі, і викликає необхідність розгляду процесу в динаміці [72]. Основними видами несприятливого результату (для суб'єкта авіатранспортної послуги, включаючи працівника або споживача) при реалізації небезпек різних видів можливі травми різного ступеня тяжкості (включаючи летальні результати) або професійні захворювання [73-75].

Умови праці безпосередньо впливають на якість роботи, авіаційна діяльність зокрема має декілька специфічних чинників, що впливають на здоров'я працівників та загалом на безпеку виконання польотів. Під час виконання ТО ПС можливе виявлення небезпечних факторів та чинників, які можуть призвести до травмування або навіть до часткової чи повної втрати працездатності персоналу, що виконують роботи.

4.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз небезпечних та шкідливих факторів виробництва та ремонту ПС, які можуть нести за собою важкі наслідки для здоров'я

та життя авіаційного персоналу:

- рухомі ПС, спецавтотранспорт і самохідні механізми;
- струмені відпрацьованих газів авіадвигунів, а також каміння, пісок та інші предмети, що потрапили до них;
- повітряні всмоктувальні потоки, що рухаються з великою швидкістю (зона сопел авіадвигунів);
- гвинти, що стоять на стоянках літаків і вертольотів;
- виступаючі частини літака та його обладнання (елементи конструкції двигунів, гострі кромки антен, незакриті стулки люків, тощо);
- підвищене ковзання (внаслідок зледеніння, зволоження та замаслювання поверхонь літака, складаних трапів, драбин, місця стоянки та покриття аеродрому);
- предмети, що знаходяться на поверхні місця стоянки літака (шланги, кабелі, троси заземлення та ін.);
- виконання роботи поблизу від негороджених перепадів по висоті (на драбинах, приставних сходах, площині літака, біля незачиненого люка, вхідних дверей і т.п.);
- електричний струм, який у разі замикання може пройти через тіло людини;
- підвищений рівень шуму від працюючих авіадвигунів та ЗСУ;
- підвищена або знижена температура та вологість повітря;
- розряди статичної електрики;
- недостатня або занадто інтенсивна освітленість робочої зони, місця стоянки літака, перону;
- пожежа чи вибух.

4.2 Методи оцінки та поліпшення умов праці

Прийнятний рівень виробничої безпеки (як і будь-який інший безпеки при існуючих суспільних цінностях [76]) є «базою, щодо якої уповноваженими органами оцінюється стан безпеки в галузі».

Усвідомлення світовим авіаційним співтовариством необхідності об'єднання всіх існуючих програм і вироблення єдиної, загальновизнаної системи аудиту

безпеки авіапідприємств призвело до створення в 2003 році Міжнародною асоціацією повітряного транспорту (IATA) і програми міжнародного аудиту експлуатаційної безпеки LOSA.

Програма стандарту побудована з метою мінімізації небезпеки, пов'язаних з людським фактором. Передбачена система зворотного зв'язку, яка дозволяє своєчасно забезпечити проведення коригувальних дій, який усувають виявлені недоробки, запобігаючи їх повторній появі.

Забезпечення безпеки всіх людей на всіх етапах повітряних перевезень пасажирів і вантажів офіційно визнана пріоритетним завданням нашої держави [77]. При цьому «в умовах ринкової економіки роль держави заключається в формуванні вимог до всіх елементів авіаційно-транспортної системи та організації контролю за їх виконанням».

З середини 1990-х рр. в Україні існувала і успішно реалізовувалася система атестації робочих місць за умовами праці, закріплена на законодавчому рівні, починаючи з Трудового кодексу України [78], яка спирається на Постанову Міністерства праці та соціального розвитку України і діяла по офіційно прийнятими методикам. Так, оцінка ризику професійних захворювань проводилася за критеріями, представленим у «Керівництві по гігієнічній оцінці факторів робочого середовища ...» [79], з наступною оцінкою за методикою і критеріями, представленим у «Керівництві з оцінки професійного ризику для здоров'я працівників ...» [80]. Оцінка ризику травматизму проводилася методом експертної оцінки відповідно до методики.

Матеріали атестації робочих місць за умовами праці авіапідприємств та організацій ЦА в своїх підсумкових таблицях містять, зокрема, дані, що детально характеризують небезпеку профзахворювань і травматизму працівників. Аналіз цих матеріалів, вимог [81] і одержуваних в результаті результатів показав [82] доцільність застосувати ці дані для оцінки небезпеки факторів виробничого середовища і, перш за все, поділити всі фактори виробничого середовища на дві початкові групи:

- 1 група – фактори профзахворювання;
- 2 група – фактори травматизму.

Методи для поліпшення умов праці при низьких при підвищеній або зниженій температурі:

- Використання спеціального сезонного одягу;
- Можливість надання першої медичної допомоги у разі необхідності;
- Перегляд графіків роботи у разі необхідності;

При високій температурі:

- Забезпечення персоналу достатньою кількістю води;
- Забезпечення вентиляції приміщень, у яких виконуються роботи;

При зниженій температурі:

- Облаштування опалення у приміщеннях, в яких виконуються роботи;
- Збільшення норм часу на проведення робіт у холодну пору року;

Методи для поліпшення умов праці при підвищеному рівні шуму:

- Використовувати засоби захисту органів слуху;
- Регулювання графіками роботи персоналу, що не задіяний у роботах,

пов'язаних з шумом;

- Облаштування мобільних протишумових бар'єрів;
- Використовувати здебільшого авіадвигуни зі зниженим рівнем шуму;
- Розроблювати та використовувати процедури для взаємодії авіаційного

персоналу, які виконують роботи у місцях з підвищеним рівнем шуму, що не потребують залучення органів слуху (мова жестів і т.д.);

- Використовувати за можливістю техніку, що може замінити працю людини;

Методи для поліпшення умов праці при недостатній або занадто інтенсивній освітленості робочої зони, місця стоянки літака, перону:

- Використовувати захисні окуляри;
- Слідкувати за станом здоров'я та вживати профілактичні заходи;

При недостатній освітленості:

- Використовувати додаткові джерела освітлення;
- Підтримувати порядок на робочому місці для уникнення травмування;

Методи для поліпшення умов праці при підвищеному ковзанні (внаслідок зледеніння, зволоження та замаслювання поверхонь літака, складаних трапів,

драбин, місця стоянки та покриття аеродрому):

- Вчасно прибирати сніг, кригу, запобігати розливанню паливо-мастильних матеріалів;

- Вчасно перевіряти справність гальм спецтехніки;

- Використовувати спеціальне взуття, що не ковзає;

Методи для поліпшення умов праці при виконанні роботи поблизу від неогороджених перепадів по висоті (на драбинах, приставних сходах, площині літака, біля незачиненого люка, вхідних дверей і т.п.):

- Проведення інструктажу по проведенню робіт на висоті;

- Використання засобів страхування;

- Дотримання правил експлуатації та ремонту техніки на якій проводяться роботи на висоті;

- Персонал, що виконує роботи на висоті має бути фізично підготовленим;

- Використання додаткових спеціальних засобів захисту залежно від погодних умов;

Методи для поліпшення умов праці при роботі з рухомими ПС, спецавтотранспортом і самохідними механізмами:

- Встановлення та дотримання правил з пересування по перону;

- Всі рухомі частини мають бути закріплені;

- Дотримання безпечної відстані від рухомих та потенційно небезпечних об'єктів;

Методи для поліпшення умов праці при роботі з відпрацьованими газами:

- Використання засобів захисту органів дихання (респіратори, маски і т.д.);

- Забезпечення можливості надання першої медичної допомоги у разі необхідності;

- Ретельно стежити за станом здоров'я та регулярно вживати профілактичні міри;

- Збільшити використання техніки зі зниженим рівнем викидів;

Методи для поліпшення умов праці при небезпеці пожежі або вибуху:

- Дотримання інструкцій з робіт з ємностями, що знаходяться під тиском, а також з вибухонебезпечними речовинами;
- Регулярно перевіряти справність техніки, на якій виконуються роботи, а також балонів та контейнерів з вибухонебезпечними речовинами;
- Проведення робіт можливе лише з забезпечення необхідних вимог безпеки;
- Дотримання інструкцій з техніки протипожежної безпеки;
- Не проводити роботи з пожежонебезпечними речовинами без забезпечення відповідних вимог безпеки;
- Використовувати комбіновану схему системи пожежогасіння (спринклерна система, пожежні гідранти, вогнегасники відповідних типів у достатній кількості та доступності);
- Регулярно перевіряти справність вогнегасників та систем пожежогасіння;
- Відпрацювати техніку гасіння пожеж та евакуації (згідно графіку).

Методи для поліпшення умов праці при роботі з можливим ураженням електричним струмом:

- Дотримання інструкцій техніки роботи з електроприладами та інструментом;
- Застосування засобів захисту від ураженням електричним струму під час проведення відповідних видів робіт;
- Заборона використання несправних електроприладів, інструментів, засобів підключення до мережі;
- Регулярно перевіряти справність ізоляції та заземлення;
- Заборона порушення правил роботи з електроприладами та електроінструментом;
- Забезпечення можливості надання першої допомоги;

Методи для поліпшення умов праці при роботі з виступаючими частинами літака та його обладнання (елементи конструкції двигунів, гострі кромки антен, незакриті стулки люків, тощо):

- Переконаватись у тому, що всі потенційно небезпечні частини є закріпленими;
- Дотримання безпечної відстані від потенційно небезпечних частин планера.

4.3 Протипожежна безпека

Згідно правил пожежної безпеки України, пожежна безпека забезпечується:

- За рахунок системи запобігання пожеж;
- За рахунок системи пожежного захисту;
- Використанням організаційно-технічних заходів.
- Встановлення знаків безпеки в приміщеннях ангарів та офісів (ДСТУ 6309: 2007).

Система для запобігання пожежі на ПС:

- Ізоляція небезпечних відсіків;
- Встановлення у відсіках протипожежних перегородок;
- Регулярне охолодження сильно нагрітих частин двигуна і його систем;
- Виключення негерметичності трубопроводів систем;
- Періодичне очищення ангара і місць стоянок від відходів пального тощо.

Система пожежного захисту на ПС:

- справність системи пожежогасіння;
- наявність переносних засобів пожежогасіння як на ПС, так і на місцях проведення ТО;
- стоянки і ангари повинні бути забезпечені централізованою системою пожежогасіння чи спеціальними щитами з протипожежним інвентарем, шухлядами з піском, водоймами.

Організаційно-технічні заходи забезпечення пожежної безпеки:

- проходження всім технічним складом інструктажу з проти пожежних заходів;
- контроль за справністю засобів пожежогасіння;
- систематичний контроль санітарного стану приміщень АТБ, ангарів і місць стоянки ПС;
- наявність місць для паління;

4.4 Розрахунок концентрації парів на ділянці обслуговування повітряного судна та визначення необхідності вентиляції боксу

Розрахунок вентиляції проводиться з міркувань техніки безпеки та охорони праці робочого персоналу при виконанні ТО ПС.

Крайня допустима концентрація пари – 100 мг/м³

Сумарне випаровування за годину

$$G = U \cdot F \quad (4.1)$$

де, $U = 75$ г/год - випаровування з площі 1 м²

$F = 2$ м² – орієнтовна площа випарювання

$$G = 2 \cdot 75 = 150 \text{ г} = 150 \cdot 10^3 \text{ мг}$$

Визначимо об'єм ділянки ТО:

$$V = a \cdot b \cdot h \quad (4.2)$$

де, $a = 20$ м – довжина ділянки;

$b = 7$ м – ширина ділянки;

$h = 6$ м – висота ділянки.

$$V = 20 \cdot 7 \cdot 6 = 8,4 \text{ м}^3$$

Визначимо концентрацію парів на ділянці ТО:

$$C_{\text{сер}} = G/V, \quad (4.3)$$

$$C_{\text{сер}} = 178,5 \text{ мг/м}^3$$

Концентрація пари на ділянці ТО перевищує крайню допустиму концентрацію, тому необхідна вентиляція боксу.

Визначимо необхідну кратність обміну повітря у боксі:

$$n = K_{\text{сер}}/K_{\text{д}}, \quad (4.4)$$

$$n = 178,5/100 = 1,785$$

Приймаємо $n=2$.

Визначимо витрати вентилятора:

$$Q = V \cdot n, \quad (4.5)$$

$$Q = 8,4 \times 2 = 16,8 \text{ м}^3/\text{год} = 0,28 \text{ м}^3/\text{с}$$

Визначимо потрібний напір вентилятора.

Сумарні втрати тиску повітря в повітрозабірнику:

$$\square = \square (\square \cdot \square + \square) \quad (4.6)$$

де H – потрібний тиск, Па;

k – втрати тиску повітря на тертя, Па;

L – довжина повітроводу, м;

z – втрати тиску від місцевих опорів, кг/м³.

Приймаємо швидкість руху повітря у повітроводі:

$$V_B = 8 \text{ м/с,}$$

$$k = 103 \text{ кг/м}^3 = 0,103 \text{ Па/м}$$

Визначимо площу перерізу повітроводу:

$$S_B = \frac{Q}{V_B}, \quad (4.7)$$

$$S_B = 0,28/8 = 0,035 \text{ м}^2$$

Визначимо діаметр повітроводу:

$$d = \sqrt{4 \cdot S_B \cdot \frac{\pi}{\pi^2}} = \frac{2}{\pi} \cdot \sqrt{S_B \cdot \pi}, \quad (4.8)$$

$$d = 0,21 \text{ м}$$

Визначимо величину тиску:

$$P_{\text{тиск}} = \rho \cdot V_B^2 \cdot g \quad (4.9)$$

де $\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$ – масова густина повітря:

$$P_{\text{тиск}} = 1,225 \cdot 8^2 / (2 \cdot 9,81) = 4 \text{ Па}$$

За таблицею коефіцієнтів місцевих опорів $\xi = f(L_{\text{тр}})$

Вибираємо коефіцієнти для двох ділянок:

$$L_1 = 2 \text{ м, } \xi = 1,5; L_2 = 3 \text{ м, } \xi = 2$$

Визначимо втрати на дільницях:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot V_B^{2/2} \cdot g = \xi \cdot P_{\text{тиск}}, \quad (4.10)$$

$$z_1 = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ Па, } z_2 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ Па}$$

Визначимо натиск у ділянках:

$$\square = \square \cdot \square + \square, \quad (4.11)$$

$$\square_1 = 0,103 \cdot 2 + 6 = 62,06 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \quad \square_2 = 0,103 \cdot 3 + 8 = 83,09 \text{ Н/м}^2$$

Визначимо витрати тиску в коліні повітропроводу.

для: $d = 0,25$ м радіусу $r = 85$ мм, з кутом повороту 90° витрати $\xi_k = 0,35$ Па.

Потрібен напір вентилятора:

$$\Delta p = H_1 + H_2 + 2 \cdot \Delta p_k, \quad (4.12)$$

$$\Delta p = 62,06 + 83,09 + 23,5 = 152,2 \text{ Па}$$

Знаючи потрібний натиск та витрату вентилятора, підбираємо вентилятор НЦВ-30 з такими характеристиками:

$$Q = 2800 \text{ м}^3/\text{год}; \Delta p = 150 \text{ Па}; \eta = 0,55.$$

Підбір електродвигуна.

Потрібна потужність електродвигуна:

$$N = Q \cdot \Delta p \cdot \eta / 3600 \cdot 102 \quad (4.13)$$

де $B = 1,1$ – коефіцієнт запасу міцності.

$$N = 15 \cdot 2800 \cdot 1,1 / (3600 \cdot 102 \cdot 0,55) = 6,23 \text{ кВт}$$

Підбираємо електродвигун АОП 2-51-4 з номінальною потужністю:

$$N_{\text{ном}} = 7,5 \text{ кВт.}$$

Системи вентиляції виробничих приміщень повинні забезпечити стан повітря робочої зони, згідно з ГОСТ 12.1.005-88 [83].

У виробничих приміщеннях, з об'ємом на одного працюючого менше 20 м^3 , слід передбачати подачу зовнішнього повітря в кількості не менше $30 \text{ м}^3/\text{год}$ на кожного працюючого, а в приміщеннях з об'ємом на кожного працюючого більш 20 м^3 - не менше $20 \text{ м}^3/\text{год}$.

Для виключення припливу повітря в приміщенні без виділення шкідливих речовин і пилу із сусідніх приміщень із виділеннями шкідливих речовин і пилу (акумуляторної; очистки і миття деталей і фільтрів, фарбувальних і зварювальних робіт; готування розчинів спецрідин, епоксидних клеїв і герметиків; зарядки бортових вогнегасників; перевірки і ремонту витратомірів і приладів контролю роботи авіадвигунів і ін.) розрахунок загально-обмінної вентиляції необхідно проводити так, щоб об'єм видаляемого повітря, із приміщень із виділенням шкідливих речовин і пилу, перевищував об'єм повітря що подається на 20 %.

Висновки до розділу 4

У даному розділі кваліфікаційної роботи було проаналізовано низку небезпечних факторів, що виникають при експлуатації та ТО ПС, що можуть нести за собою тяжкі наслідки для здоров'я та життя персоналу.

Для боротьби та зменшення впливу цих факторів були описані методи оцінки та поліпшення умов праці, при дотриманні яких можна значно підвищити комфорт та безпеку праці авіаційних робітників.

Також, значну роль у авіаційній сфері, а саме під час ТО та експлуатації ПС, відіграє протипожежна безпека. Дотримання протипожежної безпеки та посадових інструкцій щодо робіт з пожежонебезпечними речовинами та елементами конструкції ПС попереджує виникнення небезпечних для життя та здоров'я робітників ситуацій та сприяє підвищенню загального рівня безпеки робіт направлених на підтримання ЛП та забезпеченню ще більшої БП.

5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Екологічні проблеми викликані використанням повітряного транспорту та методи їх вирішення

Вплив ПТ на навколишнє середовище (НС) відбувається тому, що ПТ виділяють тепло, шум, частинки та гази, які сприяють зміні клімату та глобальному потеплінню. Безпечність НС для проживання людей на території нашої держави забезпечується Законом України №1264-ХІІ від 25 червня 1991 року «Про охорону навколишнього середовища» (чинна редакція №139-ІХ від 02.10.2019 р.), Законом України «Про відходи» (чинна редакція №440-ІХ від 14.01.2020 р.), Законом України «Про охорону атмосферного повітря (чинна редакція №124-ІХ від 20.09.2019 р.) [84].

Повітряні судна виділяють частинки та гази, такі як діоксид вуглецю (CO_2), водяна пара, вуглеводні, монооксид вуглецю, оксиди азоту, оксиди сірки, свинець та чорний вуглець, які взаємодіють між собою та з атмосферою. Крім забруднення атмосфери, літаки створюють шум, який небезпечний для здоров'я людини не менше, ніж шкідливі речовини. Персонал що працює безпосередньо на ЗПС постійно відчують на собі шумові навантаження, які ведуть до порушень слуху та інших небезпечних захворювань. Допустимий рівень шуму для людини – 55 дБ вдень і 40 дБ вночі. Рівень шуму літака, що пролітає, становить 140 дБ, що не є нормою.

Неухильне зростання обсягів перевезень повітряним транспортом призводить до забруднення довкілля продуктами згоряння авіаційних палив. В середньому один ПС з газотурбінним двигуном, споживаючи протягом 1 год 15 т палива та 625 т повітря, випускає в довкілля 46, 8 т діоксиду вуглецю, 18 т парів води, 635 кг оксиду вуглецю, 635 кг оксидів азоту, 15 кг оксидів сірки, 2, 2 тверді частинки. Середня тривалість перебування цих речовин у атмосфері становить приблизно 2 роки.

Найбільше забруднення довкілля відбувається у зоні аеропортів під час посадки та зльоту літаків, і навіть під час прогріву їх двигунів. Підраховано, що при 300 зльотах та посадках трансконтинентальних авіалайнерів на добу в атмосферу

не рівномірно, а залежно від графіка роботи аеропорту. При роботі двигунів на зльоті та посадці в навколишнє середовище надходить найбільша кількість оксиду вуглецю та вуглеводневих сполук, а в процесі польоту – максимальна кількість оксидів азоту.

Поблизу аеропортів відбувається забруднення підземних вод нафтопродуктами в основному рахунок витоків рідкого палива під час заправки літаків, і навіть рахунок технічних помилок під час його транспортуванні і зберіганні. При зльоті та посадці літака в атмосферу виділяється певна кількість рідких та газоподібних продуктів згоряння палива, які осаджуються поблизу злітної смуги та накопичуються у ґрунті.

Крім вище зазначених проблем авіаційний транспорт призводить до електромагнітного забруднення. Електромагнітне забруднення (антропогенного походження або електромагнітний смог) – це сукупність електромагнітних полів, різноманітних частот, що негативно впливають на людину. Деякі дослідники називають електромагнітний смог, що виник і сформувався за останні 60-70 років, одним із найпотужніших факторів, які негативно впливають на людину на сьогоднішній момент.

Міжнародна організація цивільної авіації ІКАО вживає дієвих заходів для скорочення негативного впливу авіації на НС. Для цього розробляються нові стандарти, що посилюють вимоги до літаків, що експлуатуються з авіаційного шуму і викидів, а також розширюється список авіаційних вимог, за якими проводиться сертифікація двигунів ПС. Як основний інструмент регулювання негативного впливу авіації на атмосферу Комітет ІКАО із захисту НС пропонує механізм глобальних ринкових заходів. Настав час, коли необхідність впровадження нових технологій в авіаційній галузі, що сприяють зниженню екологічного навантаження повітряного транспорту на довкілля, є очевидною.

У 2016 р. САЕР (Комітет ІКАО з охорони навколишнього середовища від впливу авіації) рекомендував два нові стандарти: по емісіям діоксиду вуглецю та нелетким зваженим частинкам. Рекомендований стандарт по CO_2 запропонований для стимулювання більш ефективних технологій спалювання палива при

використанні літаків та аналогічний існуючим стандартам з емісій та авіаційного шуму. Стандарти планується застосовувати до моделей нового типу дозвукових і турбогвинтових літаків, які будуть вводитися в експлуатацію з 2020 р., а до вже експлуатованих – з 2023 р. Якщо експлуатовані моделі, які поки що не відповідають вимогам за стандартами CO₂, не можуть бути модернізовані належним чином 2028 р., після цього терміну вони не можуть використовуватися.

Для досягнення цілей екологічної політики авіакомпаніями вирішуються наступні завдання:

- добровільне впровадження системи екологічного менеджменту, що сприяє приведенню виробничих об'єктів та операційної діяльності у відповідність до найвищих міжнародних стандартів у галузі захисту НС. Тому є сенс застосувати рекомендації, викладених у стандарті ISO 31000:2018 (діє на території України згідно Наказу ДП УкрНДНЦ №446 від 29.11.2018 року).

- модернізація парку ПС за допомогою заміни застарілих енергоємних типів ПС на паливо-ефективні.

- скорочення енергоємності операційної діяльності шляхом впровадження ресурсозберігаючих процесів та технологій.

- оптимізація маршрутної мережі та застосування нових технік пілотування, що сприяють зниженню шуму та викидів забруднюючих речовин від двигунів ПС в атмосферу.

- управління відходами з метою мінімізації їх впливу на довкілля з акцентом на вторинну переробку сировини ("рециклінг") як найефективніший метод утилізації відходів.

- моніторинг та аналіз операційної діяльності та технологічних процесів з метою виявлення нових можливостей підвищення своїх екологічних показників.

- використання показників екологічної ефективності діяльності як одного з критеріїв при виборі постачальників та підрядників.

- підвищення рівня поінформованості працівників у галузі охорони навколишнього середовища, мотивація їх до дбайливого витрачання всіх видів ресурсів, виховання культури утилізації відходів.

5.2 Розрахунок емісії двигуна

Цивільна авіація одна з найрозвиненіших галузей транспорту у світі на даний момент. Світовий парк ПС налічує кілька мільйонів апаратів. Ця величезна кількість борознить щодня повітряний простір над нашою головою, залишаючи за собою шлейф відпрацьованих газів чи емісію.

Слово «emission» перекладається як виділення, випромінювання і як поширення. У вітчизняній термінології в галузі охорони НС від забруднення використовуються два спеціальні терміни «виділення» і «викид».

Кількість та якість емісії залежить від наступних показників: режиму та часу роботи двигуна, питомого показника утворення цієї речовини, віднесеної до одиниці кількості палива, витрати палива на відповідному режимі роботи.

Найбільш складні льотні операції літак виконує у зоні аеродрому. При цьому двигуни експлуатуються у максимальному діапазоні зміни режимів роботи, тому що від них потрібно забезпечити тягові характеристики, що необхідні.

Найбільш складні льотні операції літак виконує у зоні аеродрому. При цьому двигуни експлуатуються в максимальному діапазоні зміни режимів роботи, тому що від них потрібно забезпечити тягові характеристики, необхідні ПС для здійснення операції злітно-посадкового циклу.

Наприклад, після запуску 4-х маршових двигунів типу ПС-90А на відповідному типі ПС вирулював територією аеродрому на місце початку розбігу перед зльотом протягом 19 хв.

Визначаємо величину валового викиду монооксиду вуглецю (CO) на етапі малого газу (без урахування викидів допоміжної силової установки), вважаючи злітно-посадковий цикл стандартним.

Для двигунів типу ПС-90А величина питомого показника викиду на режимі рулювання (малого газу) за даними "Банку даних ІКАО ..." [85] становить 6,90 г/кг при витраті палива в кожному двигуні – 0,178 кг/сек.

Валовий викид CO усіма двигунами літака обчислимо за рівнянням:

$$Q_{CO} = n_{двиг} \times q_{пал.м.г.} \times \eta_{м.г.} = 4 \times 6,90 \times 0,178 \times 19 \times 60 = 5,6 \text{ кг}$$

(за етап рулювання перед зльотом).

Висновки до розділу 5

Шляхи вирішення проблем, що виникають при вплив повітряного транспорту на НС:

- використання присадок до палива, впорскування води; збагачені суміші у зоні горіння;
- скорочення часу роботи двигунів землі;
- зменшення числа працюючих двигунів при рулінні;
- модернізація двигунів;
- розробка альтернативних видів палива;
- адміністративні заходи.

Провівши аналіз інформації, можна дійти невтішного висновку у тому, що сьогодні екологічна проблема у сфері авіації дуже актуальна.

Багато країн залучено до вирішення цієї проблеми, контролюючи норми викидів, авіакомпанії об'єднуються для розробки альтернативних видів палива та модернізації двигунів [86].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі показано, що при формуванні програми ТО сучасного ПС повинні враховуватися нові принципи закладені на стадії забезпечення льотної придатності повітряного судна та його компонентів.

До таких принципів можна віднести:

- забезпечення безпечної пошкоджуваності конструкцій, забезпечення високих значень показників довговічності і живучості;
- застосування бортових автоматизованих систем діагностування функціональних систем;
- забезпечення високого ступеня резервування виробів і функціональних систем та необхідного рівня експлуатаційної технологічності і контролепридатності створюваних конструкцій.

Запропоновано новий підхід до розробки методичних принципів, основ для підтримання процесів технічного обслуговування в системі підтримання льотної придатності повітряних суден та формування програм їх технічного обслуговування.

Для розробки автоматизованої інформаційної системи керування на основі запропонованих методичних основ, запропоновані основні етапи науково-дослідної роботи.

Також в рамках кваліфікаційної роботи, було приділено увагу питанням охорони праці при технічному обслуговуванні повітряних суден та охорони навколишнього середовища при експлуатації повітряного транспорту.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>.
- 2 <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-v-galuzi-aviatransportu.html>.
3. https://www.dnu.dp.ua/docs/ndc/dissertations/D08.051.03/dis_5bc88f1098.pdf.
4. http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/18_1_2018ua/18.pdf.
5. <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=560>.
6. http://www.investplan.com.ua/pdf/5_2013/39.pdf.
7. <http://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/01/18-18.pdf>.
8. <https://avia.gov.ua/State-Civil-Aircraft-Register-of-Ukraine>.
9. https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/uploaded-files/Diversifikac_2019.pdf
10. Фридлянд А.А. Экономика авиатранспортного рынка, текущие тенденции, проблемы и возможности / АЕХ_RU 16 июня 2015.
11. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/951-2021-%D0%BF#Text>
12. Кокс Д.Р., Смит В.Л. Теория восстановления / М.: 1967, 299 с.
13. Техническая эксплуатация авиационного оборудования / Под ред. Воробьева В.Г. - М.: Транспорт, 1990. – 296 с.
14. Страдомский О.Ю. Роль авиации в транспортной системе России / Доклад директора авиационного сертификационного центра ГОСНИИ ГА Страдомского О.Ю. на конференции "ТО авиационной техники в России и СНГ // М.:, 2013.
15. CAP 718 Human Factors in Aircraft Maintenance and Inspection / ICAO, Canada, April 2002, p 40 – 48.
16. <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2860012-pasaziroobig-ukrainskih-pereviznikov-zbilsivsa-na-33-derzstat.html>.
17. <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2859930-vantazoobig-ukrainskogo-transportu-zbilsivsa-na-21-derzstat.html>.
18. Маркова О.В. Методологія і механізми управління інноваційним розвитком мезоекономічних систем на основі інтегрованих формірованих - . Дисертація на здобуття д.е.н., 2015 р.
19. Друкер, П. -Бізнес і інновації-. [Текст] / Пітер Ф. Друкер; Пер. з англ. - М.: ТОВ «І.Д. Вільямс », 2007. – 432 с.

20 Аналіз стану безпеки польотів За результатами розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами України та суднами іноземної реєстрації, що сталися у 2016 році. Національне бюро з розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами. Сектор аналізу та попередження авіаційних подій. – К.: – 2017. – 51 с.

21 Аналіз стану безпеки польотів За результатами розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами України та суднами іноземної реєстрації, що сталися у 2017 році. Національне бюро з розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами. Сектор аналізу та попередження авіаційних подій. – К.: – 2018. – 52 с.

22 Аналіз стану безпеки польотів За результатами розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами України та суднами іноземної реєстрації, що сталися у 2018 році. Національне бюро з розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами. Сектор аналізу та попередження авіаційних подій. – К.: – 2019. – 50 с.

23 Аналіз стану безпеки польотів За результатами розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами України та суднами іноземної реєстрації, що сталися у 2019 році. Національне бюро з розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами. Сектор аналізу та попередження авіаційних подій. – К.: – 2020. – 49 с.

24 Аналіз стану безпеки польотів За результатами розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами України та суднами іноземної реєстрації, що сталися у 2020 році. Національне бюро з розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами. Сектор аналізу та попередження авіаційних подій. – К.: – 2021. – 36 с.

25" Drucker, Peter Ferdinand. "The Practice of Managemen" Російськомовне видання: Практика менеджменту. / М.: «Вільямс», 2007. - С. 400.

26. <http://repo.ssau.ru/bitstream/Monografii/Tehnicheskoe-obslyzhivanie-vozdushnyh-sudov-kak-sistema-podderzhaniya-letnoi-godnosti-grazhdanskoi-aviacionnoi-tehniki-Elektronnyi-resurs-monografiya->

73939/1/%D0%9F%D0%B8%D1%81%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%92.%D0%9D.%20%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202017.pdf

27 ISO 9110-2011 «Системы менеджменту якості. Вимоги до організацій технічного обслуговування авіаційної техніки» .37с.

28. Писаренко В.Н. Проблемы обеспечения безопасности полетов / Materiały VIII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa myśl informacyjnej powieki – 2012» Vol. 31 / В.Н. Писаренко // Przemysł, Nauka I studia, 2012, p. 22-25.

29. Писаренко В.Н. Особенности обеспечения полетов иностранных самолетов в России / Materiály VIII mezinárodní vědecko-praktická conference «Věda a technologie: krok do budoucnosti - 2012» Dil 37 // Technické vědu, Praga, Publichisting House «Education and Science», 2012, s. 25-27.

30 Писаренко В.Н. Инновации и безопасность полетов / III Международная научно-практическая конференция «Проблемы инновационной экономики, модернизации и технологического развития» / В.Н. Писаренко // Пенза Приволжский Дом знаний, 2012. с. 125-128.

31. Сакач Р.В., Зубков Б.В., Давиденко М.Ф. и др. Безопасность полётов. / Под ред. Р.В. Сакача - М.: Транспорт, 1989, 239 с.

32. Лейченко С. Д., Малишевский А. В., Михайлик Н. Ф. Человеческий фактор в авиации Монография [Текст] / Изд-во ООО «КОД» г. Санкт-Петербург-Кировоград, 2006, 450 с.

33. Рухлинский В.М., Малышева Л.Е. Разработка управляющих решений с целью снижения рисков возникновения авиационных происшествий до приемлемого уровня в автоматизированных системах управления безопасностью полетов / Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 14, №4(2), 2012 г, с. 359-363

34. CAP 716 Aviation Maintenance Human Factors. (EASA / JAR145 Approved Organizations) Циркуляр ICAO, August 2006, p. 58- 61.

35. Циркуляр ICAO 227-AN / 136 Human Factors Digest No . 3 - Training of Operational Personnel in Human Factors / Washington DC0, 1991.
36. Писаренко В.Н. Обеспечение безопасности полетов при управлении воздушным движением. / Самара: Изд-во СГАУ, 2009р., 86с, с. 40
37. Писаренко В.Н. Управление безопасностью полетов. Монография / В.Н. Писаренко // Самара, АНО «Изд-во Сам НЦ РАН, 2014. 226 с
38. Акимов В.А. и др. Надежность технических систем и техногенный риск / В.А Акимов, В.Л Лапин, В.М. Попов, В.А. Пучков, В.И. Томаков, М.И. Фалеев //М: ЗАО ФИД "Деловой экспресс", 2002, 368 с.
39. Шапкин В.С. Состояние и перспективы развития гражданской авиации России / Доклад Генерального директора ГосНИИ ГА на коллегии гражданской авиации Минтранса России 28.02.2011
40. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем / М.: Высшая школа, 1982, 231 с
41. Писаренко В.Н. Оптимальные технико-экономические показатели системы поддержания летной годности воздушных судов гражданской авиации /В.Н. Писаренко // Самара, Вестник СГАУ №12 (134), 2015, с 73-80.
- 42 Маркова О.В. Методологія і механізми управління інноваційним розвитком мезоекономічних систем на основі інтегрованих об'єднань. Дисертація на здобуття уч. ст. д.е.н., Самара, 2015 р.
43. Писаренко В.Н. Методологія управління виробничими процесами технічного обслуговування повітряних судів авіатранспортного підприємства громадянської авіації . Монографія / В.Н. Писаренко // Самара, АНО «Изд-во Сам. НЦ РАН, 2017. 384 с.
44. Mr. Shannon, P. Ackert. Basics of Aircraft Maintenance Programs for Financiers, v1 / 10/1/2010, p. 2-3.
45. Michael Rovinsky MSG-3-based Maintenance and PBP & L Programs Intergraph Corporation, / Huntsville 1/06/2006, p. 5.
46. AMCP 706-134 Engineering Design Handbook: Maintainability Guide for Design / Washington, D.C., 1972, 176 p.

47. Dhillon B.S. Engineering maintenance: a modern approach / by B.S. Dhillon // CRC Press LLC, Florida 2002, 222 P.

48 Чинючін Ю.М., Полякова І.Ф. Основи технічної експлуатації і ремонту авіаційної техніки. / М: МГТУ ГА, 2004, 81 с., С. 41

49. Грачева М.В. Анализ проектных рисков / М.: ЗАО «Финстатинформ», 1999.

50 Special edition Airbus technical magazine FAST- A330 Incremental Development October 2015 року, 40p, p. 34.

51. Гренандер У. Лекции по теории образов [Текст]: Том 1. Синтез образов / У. Гренандер //М.: Изд. «Мир», 1979, 382 с.

52 Blagnac Cedex The A320 Family serves multiple markets□ / Airbus SAS 31707, France, 2012 p 6.

53 Michael Rovinsky and others MSG-3 / PBP & L Maintenance Steering Group-3 (MSG-3) - based Maintenance and Performance-based Planning and Logistics / (PBP &L) Programs, Intergraph Corporation, Huntsville, 2006, p. 3.

54. Алиев Р.А. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа. М.: Недра, 1988.

55. Аксютин В.С. Концепция управления безопасностью производственной деятельности вертолетной компании и ее практическая реализация / Доклад на конференции АТО 04.12.2009 // aksutin concept of safety management. pdf

56. Акимов В.А. и др. Надежность технических систем и техногенный риск / В.А Акимов, В.Л Лапин, В.М. Попов, В.А. Пучков, В.И. Томаков, М.И. Фалеев //М: ЗАО ФИД "Деловой экспресс", 2002, 368 с.

57. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М. Наука, 1968, 399 с.

58. Волкова Л.П. Управление деятельностью аэропорта / МГТУГА, 2007, 105 с.

59. Воробьев В.Г., Константинов В.Д. и др. Техническая эксплуатация авиационного оборудования // М.: Транспорт, 1990, 296 с.

60. Гейн К., Сарсон Т. Структурный системный анализ, средства и методы / Пер. с англ. Под ред. А.В. Козлинского // М.: Эйтекс, 1993 – 237 с.

61. Людський фактор при технічному обслуговуванні авіаційної техніки: навч. посіб. / С.О. Дмитрієв, В.І. Бурлаков, Р.М. Салімов, Ю.П. Пучков, О.В. Попов. – К.: НАУ, 2011. – 184 с.

62. Дмитриев С.А., Бурлаков В.И., Попов А.В., Попов Д.В. Формирование программ технического обслуживания авиационных двигателей // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – Х.: – 2013. – № 7/104. – С. 190 - 194.

63. Дмитрієв С.О., Бурлаков В.І., Попов О.В., Попов Д.В. Формалізація процедур та визначення оптимальних програм технічного обслуговування повітряних суден та авіаційних двигунів // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – Х.: – 2014. – № 9/116. – С. 177 – 181.

64. Дмитрієв С.О., Попов О.В., Попов Д.В., Арістов Г.О. Інформаційні технології забезпечення конструктивно-експлуатаційних властивостей повітряних суден та авіадвигунів // *Вісник двигунобудування*, 2015. – № 2. С. 67-72.

65. AMCP-706-133 Engineering Design Handbook: Maintainability Engineering Theory and Practice / Washington, D.C. 1976, 147 p.

66. Fitch, E.C. Extending Component Service Life Through Proactive Maintenance / E.C. Fitch // An FES / Bar Dyne Technology Transfer Publication #2 // Tribolics, Inc. Oklahome, U.S.E., 1998, 15 p.

67. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию / М.: Транспорт, 1987, 272 с.

68. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов.- М.: Транспорт, 1994, 256 с.

69. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства за 20-летний период / М.: МАК, 2012

70. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Современные проблемы технической эксплуатации воздушных судов – М.: МГТУ ГА, 2007. - 83с.

71. Циркуляр ICAO 9824-AN/450. Человеческий фактор при технической эксплуатации АТ / Сборник материалов Монреаль Канада, 2003

72. Лебедева М. Совершенствование системы государственного регулирования аэропортов как хозяйствующих субъектов естественной монополии / Третья конференция по воздушному праву. Научно-практическая конференция: Сборник докладов // Университет ГА С.-Петербург, 2013 - С.28-31

73. Абрамов О.В. Мониторинг и прогнозирование технического состояния систем ответственного назначения / Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, Владивосток, 2011
74. Алиев Р.А. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа. М.:Недра, 1988.
75. Гренандер У. Лекции по теории образов: Том 1. Синтез образов / У. Гренандер //М.: Изд. «Мир», 1979, 382с.
76. Зубков Б. В., Минаев Е.Р. Основы безопасности полетов / М.:Транспорт, 1987, 143 с.
77. Кармалеев Б.А. Методика оценки рисков возникновения авиационных событий при летной эксплуатации воздушных судов гражданской авиации / Научный вестник Университета ГА, Выпуск 2(83),// С. Петербург, 2005, с. 91-94
78. Corporate Metrics Technical Document / Risk Metrics Group. April 1999.
79. Шаров В.Д., Макаров В.П., Орлов А.И., Волков М.А., Санников И.А., Рухлинский В.М. Контроллинг при управлении безопасностью полетов. Материалы II Международного Конгресса по контроллингу: выпуск №2 [под ред. С.Г. Фалько]. М.: НП «Объединение контроллеров», 2012. с. 222
80. Airbus A318/A319/A320/A321. Training Manual. Lufthansa Technical Training / FRA US/E, Lufthansa, 2008.
81. Циркуляр ИКАО 253-AN/151 Человеческий фактор / Сборник материалов №12 Монреаль, Канада, 1995, с. 38 – 39
82. MSG1, Maintenance Evaluation and Program Development, 747 Maintenance Steering Group Handbook / Air Transport Association, Washington, D.C., 1968.
83. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=6264
84. Офіційний сайт: «Верховна Рада України. Законодавство України.» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws>
85. Банк даних ІКАО щодо емісії вихлопних газів двигунів. Doc 9646-AN/943. Вид. 1. - Монреаль: ІКАО, 1995.– 152 с.
86. Народа комітету ІКАО з охорони навколишнього природного середовища від впливу авіації [Електронний ресурс]. URL: <http://www.favt.ru/novosti-novosti/?id=2412> (дата звернення: 30.03.2016).