



ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР

при технічному обслуговуванні
авіаційної техніки



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

**ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР
ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ
АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів
вищих навчальних закладів*

Київ 2011

УДК 629.735.08 (075.8)

ББК 052-082 я 7

Л 937

Автори:

С. О. Дмитрієв, В. І. Бурлаков, Р. М. Салімов, Ю. П. Пучков, О. В. Попов

Рецензенти:

О. М. Рева — д-р техн. наук, проф.
(Кіровоградський національний технічний університет);
Ю. І. Кордянін — канд. техн. наук, доц.
(Державна авіаційна адміністрація України);
О. О. Козлов — канд. техн. наук, доц.
(Авіаційна компанія «Аеростар»)

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(лист № 1/11-944 від 03.02.2011)*

Людський фактор при технічному обслуговуванні авіаційної техніки : навч. посіб. / С. О. Дмитрієв, В. І. Бурлаков, Р. М. Салімов [та ін.]. — К. : НАУ, 2011. — 184 с.
ISBN 978-966-598-695-9

Розглянуто питання, пов'язані з помилковими діями авіаційних фахівців у процесі технічного обслуговування повітряних суден, характеристики працездатності й обмеження людини, фактори, що впливають на якість роботи фахівців та знижують рівень безпеки польотів. Подано рекомендації щодо запобігання наслідкам помилок авіаційних фахівців та забезпечення якості технічного обслуговування повітряних суден.

Для студентів вищих навчальних закладів.

УДК 629.735.08 (075.8)

ББК 052-082 я 7

© Дмитрієв С. О., Бурлаков В. І.,
Салімов Р. М. [та ін.], 2011
© НАУ, 2011

ISBN 978-966-598-695-9



ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1. Людський фактор як наука	9
1.2. Предмет і завдання дисципліни	14
1.3. Методи і моделі досліджень людського фактора	18
1.4. Вплив людського фактора на безпеку польотів	24
1.5. Закон Мерфі	34
Розділ 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ОБМЕЖЕННЯ ЛЮДИНИ	37
2.1. Соціально-психологічний аналіз людини	37
2.2. Форми пізнання дійсності	41
2.3. Аналізатори людини	45
2.3.1. Зір людини	47
2.3.2. Слух	52
2.4. Форми освоєння дійсності	54
2.5. Методи оцінки психофізіологічного стану людини	60
Розділ 3. СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТРУДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АВІАЦІЙНИХ ФАХІВЦІВ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ	65
3.1. Сутність і структура діяльності	65
3.2. Характеристика і динаміка працездатності	70
3.3. Втома і заходи запобігання перевтомі працівників	74
3.4. Запобігання монотонності та способи підвищення змістовності праці	79
3.5. Конфлікти, способи запобігання їм та розв'язання	82
3.6. Психологічні аспекти інженерної діяльності	83
3.7. Класифікація функцій інженерно-технічного складу та мотивація дій	85

Розділ 4. ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	93
4.1. Проблеми забезпечення якості робіт при технічному обслуговуванні авіаційної техніки	93
4.2. Завдання дослідження людського фактора	97
4.3. Аналіз факторів, що впливають на якість технічного обслуговування авіаційної техніки	99
4.4. Методи та моделі управління якістю технічного обслуговування авіаційної техніки	117
Розділ 5. КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ	132
5.1. Формалізація процесу забезпечення якості та ефективності технічного обслуговування авіаційної техніки	132
5.2. Модель технологічного процесу технічного обслуговування авіаційної техніки	136
5.3. Моделі типових функціональних структур комплексу робіт з технічного обслуговування авіаційної техніки	141
5.4. Вимоги та рекомендації до конструктивно-експлуатаційних властивостей повітряних суден щодо забезпечення якості технічного обслуговування авіаційної техніки	147
5.5. Перспективи розвитку системи технічного обслуговування сучасної авіаційної техніки	155
Розділ 6. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ У СИСТЕМІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ	159
6.1. Забезпечення льотної придатності авіаційної техніки	159
6.1.1. Система керування безпекою польотів при технічному обслуговуванні	159
6.1.2. Програма технічного обслуговування та інформаційне забезпечення в системі збереження льотної придатності авіаційної техніки	163
6.2. Управління безпекою польотів та концепція ризику	166
6.2.1. Система керування безпекою польотів	166
6.2.2. Контроль факторів ризику	169
6.3. Система запобігання помилкам авіаційного персоналу	176
Список літератури	182



ВСТУП

На сучасному етапі глибоких економічних і соціокультурних трансформацій суспільства одним зі стратегічних завдань розвитку нашої держави є виховання молодого покоління в дусі справжнього патріотизму, коли б нова генерація українців могла взяти на себе відповідальність за долю і майбутнє вітчизняної цивільної авіації (ЦА), а також була готова до ефективної професійної діяльності, продуктивної соціальної взаємодії, розкриття творчого особистісного потенціалу.

Виходячи з цього, авторський колектив зробив спробу створити навчальний посібник, в якому матеріал:

- професійно спрямований — допомагає майбутнім інженерам відшукати власний шлях для реалізації себе у сфері професійної взаємодії і зростання, розкрити всі їхні приховані можливості, виховує в них упевненість, віру в свої сили;
- науковий — розкриває перед студентами простір наукових досліджень, спонукає їх до дослідницької роботи;
- актуальний — пов'язує навчальний матеріал із сучасними потребами ЦА та проблемами забезпечення безпеки польотів (БП);
- сучасний — теоретичний матеріал доповнюється практичними результатами, відповідає вимогам ІКАО та міжнародним стандартам у галузі людського фактора, адаптований до сучасних умов і специфіки викладання у технічних ВНЗ.

Важливу роль у забезпеченні надійності систем повітряного судна (ПС) та подальшому підвищенні рівня БП відіграє інженерно-авіаційна служба (ІАС). У теперішній час значного розвитку та практичного застосування в її роботі набули нові методи й засоби діагностування ПС; удосконалюються методи й форми організації технічної експлуатації (ТЕ), успішно діють у низці експлуатаційних підприємств діагностичні групи; проводяться роботи зі створення та вдосконалення автоматизованих систем управління про-

цесами ТЕ ПС. Однак якість ТЕ, більшою мірою стала визначатися властивостями обслуговуючого персоналу.

З ускладненням конструкції авіаційної техніки (АТ), інтенсифікацією виробничих процесів якість роботи інженерно-технічного складу (ІТС) залежить від психологічних особливостей людини, зокрема в тих видах виробничої діяльності, де помилка працівника (зумовлена нестійкістю уваги, невмінням швидко приймати правильні рішення) призводить до тяжких наслідків або великого економічного збитку.

Міжнародна авіаційна практика переконує, що особливі ситуації в польоті трапляються здебільшого внаслідок неякісного технічного обслуговування (ТО). Із цієї причини відбулися горезвісні катастрофи літаків L-1011 у Саудівській Аравії, DC-10 у Малайзії, B-747 у Японії, B-737 у Манчестері й Хітроу та ін. Наприклад, неякісне ТО стало передумовою авіаційної події, коли в польоті послідовно вимкнулися два двигуни на літаку L-1011 унаслідок витікання масла через монтаж магнітних пробок без ущільнень. Однак, не тільки серйозні відмови функціональних систем, але й дрібні збої в роботі технічних засобів призводять до тяжких наслідків. Так, через перегорання лампи, що сигналізує про випущене положення шасі, трапилася катастрофа широкофюзеляжного літака L-1011 у районі Флориди. Поки екіпаж, забувши про функціональний розподіл своїх обов'язків, з'ясував характер несправності, літак урізався в землю, що призвело до загибелі понад ста осіб.

Спроби враховувати людський фактор традиційно відносили до компетенції льотного екіпажу й мало розглядали ті аспекти людського фактора, які пов'язані з ТО ПС і контролем якості виконання робіт.

В обслуговуванні АТ зайнята велика кількість людей різних спеціальностей і різних рівнів кваліфікації. Кожен з них у тому чи іншому вигляді виконує досить значний комплекс робіт, який передбачено технологічним графіком або графіком контролю виконання робіт. Тобто всі спеціалісти взаємодіють не тільки з АТ, але й поміж собою.

Технічний персонал забезпечує збереження льотної придатності ПС у процесі експлуатації й має низку специфічних особливостей, які обумовлені значною різноманітністю виконуваних функцій, різноманітним парку ПС, використанням усілякого технологічного обладнання, нерівномірністю надходжень заявок на ТО та ін.

Наслідком помилок особового складу ІАС є несправності АТ, що спричинені неповним чи неякісним виконанням робіт з ТО.

Помилки технічного персоналу при ТО ПС виявляються в іншій формі, ніж та, в якій вони відбуваються в кабіні льотного екіпажу або в залі диспетчерів обслуговування повітряного руху.

Обслуговуючий технічний персонал часто працює зі значним дефіцитом часу у зв'язку зі зростанням інтенсивності використання ПС, необхідністю ТО парку старіючих ПС. Тим часом, коли в Україні триває експлуатація старіючих ПС, парк багатьох авіатранспортних компаній світу поповнюється ПС нового покоління, в яких утілені нові технічні досягнення, такі як силові елементи з композитних матеріалів, прозорі кабіни, високоавтоматизовані системи, вбудоване діагностичне та перевірне обладнання. Необхідність одночасного ТО парків нових та старих ПС вимагає від фахівців, що виконують ТО, більш широких знань та вмінь. Ускладненість ПС, багатократне резервування систем та їх автоматизація зменшують навантаження на льотний екіпаж, але підвищують вимоги до технічних спеціалістів, що обслуговують ПС. Це призводить до перерозподілу помилок, що припускаються, від однієї категорії працівників до іншої, що створює потенційну можливість авіаційних подій (АП) через поєднання процедурних або технічних відмов із помилками експлуатаційного персоналу, котрі призводять до зниження рівня БП.

Предметним змістом функцій ІТС ЦА є здійснення сукупності заходів із планування, організації й технології проведення робіт з ТО АТ, розрахунку й планування оптимальних комплексів запасних частин, інструментів і засобів контролю, розрахунку необхідного складу й чисельності персоналу з ТО, збору й обробки даних з якості процесів ТО та розв'язання інших організаційно-технічних завдань, що належать до технічної експлуатації АТ.

Отже, об'єктивні закономірності розвитку АТ, істотний вплив авіаційних фахівців з ТО на ефективність використання ПС та безпеку польотів перетворили врахування людського фактора на одну з найважливіших науково-технічних та соціально-економічних проблем сучасності.

Програму навчання в контексті людського фактора слід адаптувати з потребами кожної конкретної категорії персоналу, щоб працівники могли розпізнавати потенційні можливості помилок та уникати їх.

Тож мета цього видання — стати корисним практичним посібником з питань людського фактора для тих працівників, чия професійна діяльність пов'язана з ТО та інспекцією ПС, висвітлити роль,

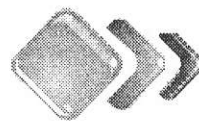
яку відіграє їхня діяльність у забезпеченні БП та ефективності використання АТ.

Адміністратори та керівники нижчої ланки повинні вміти застосувати набуті знання й розуміти той вплив, який їхні рішення і поведінка справляють на формування в персоналу організації відповідного ставлення до роботи та на його здатність виконувати свої функції з мінімальним ризиком припущення помилки. Деякі аспекти діяльності, що належать до прямих обов'язків адміністрації, наприклад інвестиції, бюджети й бухгалтерський облік, можуть здаватися далекими від сфери, де здійснюється практична робота, але насправді суттєво впливають на чисельність і кваліфікацію персоналу та його можливості виконувати роботу безпечним та надійним способом.

Так, плановики та інженери відіграють ключову роль у справі запобігання помилкам, пов'язаним з людським фактором. Вони повинні вміти складати такі інструкції, які були б не тільки правильними з технічного погляду, але й легкими для читання й однозначними для розуміння та не допускали б вільного тлумачення.

Викладачі та інструктори повинні глибоко розуміти основи концепції людського фактора, а також володіти знаннями й досвідом, набутими в процесі роботи в конкретному середовищі. Вони повинні вміти роз'яснювати основні принципи теорії людського фактора та мати глибокі теоретичні знання, які зможуть застосувати на практиці та під час проведення обговорень.

В основу посібника покладено курси лекцій, що їх читають викладачі кафедри збереження льотної придатності Національного авіаційного університету. Багаторічний досвід викладання дисциплін «Людський фактор при технічному обслуговуванні авіаційної техніки» з урахуванням специфіки навчального закладу дає авторам підстави сподіватися на те, що пропонований навчальний посібник стане надійним помічником як для студентів, так і для інженерно-технічного складу експлуатаційних авіапідприємств.



Розділ 1

ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Людський фактор як наука

Під людським фактором розуміють сукупну діяльність людей, зокрема, в авіаційній системі; його врахування пов'язане із завданням оптимізації діяльності людини через систематичне використання наукових знань про людину, які в багатьох випадках застосовуються під час конструювання системи. Метою такої роботи є БП та ефективність використання АТ.

В авіаційній галузі людина — найбільш гнучкий, здатний до адаптації й важливий елемент авіаційної системи, проте, і найбільш уразливий з погляду можливості негативного впливу на її діяльність.

Теорія людського фактора — *це наука про людей, які живуть і працюють у певних умовах, про їхню взаємодію з машинами, процедурами та навколишнім середовищем, а також про взаємодію людей між собою.* Одне з визначень людського фактора сформулював професор Едвардс: «Робота в царині людського фактора спрямована на оптимізацію взаємовідносин між людьми та їхньої діяльності за допомогою системного застосування знань про людину в рамках конструювання систем». Цілі дослідження людського фактора полягають у забезпеченні ефективності функціонування всієї системи ЦА та її безпеки, а також нормального самопочуття кожного індивідуума, зайнятого в ній.

Теорія людського фактора поступово розроблялася, апробувалася та організаційно оформлювалася з кінця минулого століття, і на сьогоднішній день нагромаджено досить великі знання, якими можуть послуговуватися спеціалісти, що розв'язують питання, що стосуються підвищення безпеки такої складної системи, як цивільна авіація.

В авіації «людський фактор» охоплює безліч елементів.

З поміж них — поведінка людини і її працездатність; прийняття рішень та інші пізнавальні процеси; проектування органів керування та дисплеїв; компонування обладнання в кабіні екіпажу та салоні; засоби зв'язку та програмне забезпечення комп'ютерів; карти, плани та документація; удосконалення навчання персоналу. У кожній із цих сфер необхідні навички та ефективна працездатність людини.

Глибоке розуміння людського фактора особливо важливе, тому що кожні три з чотирьох АП є наслідком функціональних помилок, яких припускаються цілком здорові й досить кваліфіковані індивідууми. Причини деяких таких помилок пов'язані з конструктивними недоліками обладнання або з неадекватністю процедур, а також з похибками у підготовці або в інструктажі перед початком експлуатації. Однак, якими б не були причини, основою виникнення помилок є людська діяльність, поведінка та межі можливостей людини. Фінансові витрати і затрати праці, які пов'язані з неоптимальною людською діяльністю зросли настільки, що імпровізований або інтуїтивний підхід до розв'язання проблем людського фактора більше не прийнятний.

Предметом теорії людського фактора як науки є процеси, властивості, закони виникнення, розвитку й зміни психофізіологічного стану людини під час виконання своїх обов'язків, за умов спільної діяльності та взаємин між людьми.

В авіації з перших днів її існування і протягом багатьох років основною ергономічною проблемою було розроблення загальних принципів конструювання приладів для відображення даних і органів керування в кабіні пілота. Надалі розроблення набули форми широкого експериментального аналізу конструкції та компонування обладнання в тісному зв'язку з аналізом потреб і робочим навантаженням, що його зазнає людина-оператор під час експлуатації техніки в ході виконання професійних завдань.

У контексті людського фактора вживається термін «ергономіка», який походить від грец. *ergon* (робота) та *nomos* (закон природи). Він тлумачиться як «вивчення ефективності діяльності людей в робочих умовах».

У багатьох країнах терміни «ергономіка» і «людський фактор» ототожнюються, утім існують деякі відмінності у значенні цих термінів. Термін «ергономіка» вживають тільки стосовно дослідження аспектів конструювання систем «людина — машина». Із цього по-

гляду ергономіка вивчає принципи взаємодії людини та обладнання з метою врахування їх під час конструювання, характерні особливості діяльності людини за її результатами, визначає вимоги до обладнання і програмного забезпечення. Тобто завдання, яке постає перед ергономікою, полягає в тому, щоб сприяти створенню оптимальних для людей технічних систем та умов їх експлуатації.

Людський фактор розуміють нині в більш загальному значенні, як такий, що складається з характеристики працездатності людини і аспектів її взаємодії із системами, котрі зазвичай не розглядаються в межах основних досліджень у сфері ергономіки.

Концепція помилки людини відіграє важливу роль у розумінні умов та факторів, що впливають на поведінку людини. Щоб звести до мінімуму помилки людини, необхідно знати їх природу. Звичайно, деякі помилки трапляються через неухважність, недбалість або неправильно зроблені висновки, однак і значна кількість з них є наслідком неправильно сконструйованого обладнання або результатом нормальної реакції оператора на стресову ситуацію. Помилки, які пов'язані з неправильною конструкцією обладнання або стресовими ситуаціями, мають тенденцію повторюватись і можуть бути виправлені тільки ергономічними рішеннями.

Термін «помилка людини» не має істотного значення з погляду запобігання АП, оскільки за його допомогою частіше за все можна лише визначити, де в системі виник збій, але не можна встановити причину останнього.

Проте у визначенні терміна «помилка людини» не враховані деякі приховані фактори, які з метою запобігання авіаційним подіям мають ретельніше аналізуватись.

Слід зазначити, що повне усунення всіх людських помилок — недосяжна мета, оскільки помилки є природною складовою поведінки людини. Система в цілому (сюди входять ПС, екіпаж, аеропорти, ІТС) повинна виявляти і допускати весь діапазон «звичайної» поведінки людини, ураховуючи й людські слабкості. Вона має враховувати можливість помилок.

Теорія людського фактора як галузь знань не розвивається ізольовано від інших наук, а має багаторівневі зв'язки як із природничими, так і з суспільними науками. Міжпредметні зв'язки науки про людський фактор та інших наук сприяють їх взаємному розвитку та застосуванню на практиці (табл. 1.1).

Дисципліни, які пов'язані з теорією людського фактора

Дисципліна	Визначення	Конкретна сфера, що становить інтерес	Галузь використання
Психологія	Наука про розум та поведінку	Сенсорні характеристики, закони сприйняття, пізнавальні принципи, обробка інформації, спонукання, емоції, психомоторні навички, людські помилки	Вимоги до засобів відображення, проектування систем керування, розподіл функцій, методика відбору, вплив емоційного стресу на функціональні характеристики людини
Проектування та конструювання машин і приладів	Використання властивостей матеріалів і природних джерел енергії на благо людини	Проектування в галузях гідравліки, механіки, конструкцій, електротехніки, електроніки та аеродинаміки, системний аналіз, моделювання, оптика	Проектування засобів відображення, органів управління, систем керування, складних систем, оптичних систем, тренажерів
Фізіологія людини	Наука про процеси, діяльність та явища, які характерні для функціонування людини	Взаємодія різних частин організму для забезпечення його здорового функціонування; функції та вимоги до систем організму	Вплив факторів навколишнього середовища (тепло, холод, шум, вібрація), устанавлення вимог до навколишніх умов
Медицина	Профілактика та лікування захворювань і поранень	Вплив різноманітних сил, радіації, хімічних та хвороботворних речовин, відповідні профілактичні методи, які забезпечують охорону здоров'я	Токсикологія диму, хімічних речовин, захист від ударів, служба техніки безпеки та охорони праці
Соціологія	Розвиток структури та функцій груп людей	Групи людей у процесі виконання робіт з ТО, склад екіпажу, поведінка пасажирів за аварійних умов	Відбір членів екіпажу, урахування міжособових відносин, безпека пасажирів
Антропометрія	Дослідження в галузі параметрів тіла та м'язової сили людини	Анатомія, біодинаміка, кінесика	Наземне обладнання, розміри експлуатаційних люків, компоновка робочого місця (досяжні відстані, діапазон регулювання крісел і т. ін.)

Наука про людський фактор має постійну потребу використовувати здобутки психології.

У дослідженні соціальних процесів завжди виникає необхідність урахувати психологічні фактори: механізми індивідуальної і групової поведінки людей, соціальні орієнтири, психологічні настрої тощо. Психологічні характеристики широко застосовуються у проектуванні машин і розробленні систем управління, засобів комунікації.

Із психології й фізіології запозичуються знання щодо діяльності органів чуття як засобів одержання та обробки інформації про навколишній світ. Інформація про параметри та рухові характеристики людського тіла запозичується з антропометрії й біомеханіки. Біологія допомагає зрозуміти характер біоритмів, чергування циклів сну і неспання людини та їх вплив на поведінку людину під час нічних польотів і за зміни часових поясів.

Дослідження людського фактора досить багатобічні й переважно орієнтовані на розв'язання практичних завдань. Його концептуальні взаємовідносини з науками про людину можна порівняти з відносинами між конструкторською діяльністю та природничими науками. І подібно тому, як технічні прикладні науки пов'язують природничі науки з практичними галузями їх використання, збільшується кількість комплексних методик і методів у вивченні людського фактора.

Витрати, пов'язані з уведенням в експлуатацію нової техніки, в основному визначаються в процесі розроблення системи на етапі вивчення її концепції. При цьому аспекти людського фактора часто не враховуються на перших етапах розроблення системи. Однак надалі в результаті такого підходу майже завжди відбувається зростання супутніх витрат (на навчання персоналу, експлуатацію й ТО системи), які значно перевищують початкову економію коштів (рис. 1.1).

Варто наголосити, що системи, в яких наявна орієнтована на людину техніка й у розробленні яких ураховано в комплексі всі можливості та обмеження людини, а також прогнози щодо її поведінки, значно легше вивчати й експлуатувати.

Отже, урахування людського фактора на початкових етапах розробки системи дає можливість упевнено уникнути додаткових витрат на більш пізніх етапах життєвого циклу АТ.

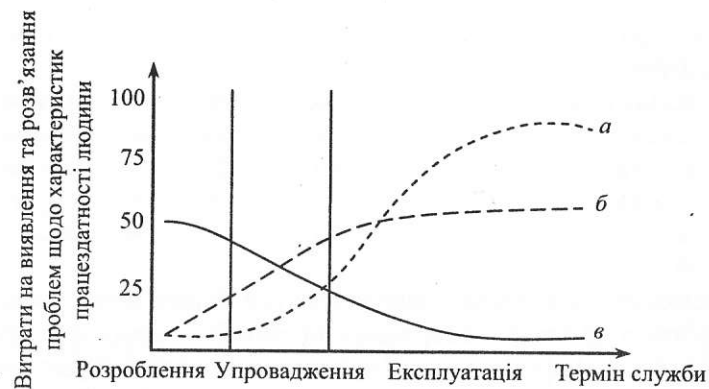


Рис. 1.1. Порівняльні криві витрат, пов'язаних з упровадженням нової техніки з урахуванням або без урахування людського фактора: *а* — без урахування людського фактора; *б* — ретроспективне врахування людського фактора; *в* — запобіжне врахування людського фактора

Головне завдання підготовки в царині людського фактора — у тому, щоб усі категорії авіаційного персоналу зрозуміли важливість володіння базовими знаннями у цій сфері та способи і причини необхідності запобігання помилкам у процесі своєї діяльності. Зрозуміло, що не можуть бути однаковими вимоги до знань і компетентності старшого управлінського персоналу, співробітників щодо запобігання АП/БП, спеціалістів з розслідування АП, керівників польотів, інспекторів, пілотів та ІТС з ТО АТ. Кожна категорія наражається на ризик зробити помилку або створює для цього потенціальні можливості. Тому програму навчання в царині людського фактора слід адаптувати з урахуванням потреб кожної конкретної категорії персоналу, з тим, щоб він зміг розпізнавати потенційні можливості для помилок та уникати їх.

І ще раз зауважимо, що мета даного видання — стати практичним посібником з людського фактора для тих, чия діяльність пов'язана з ТО та інспекцією ПС, показати значення, яке має їхня праця для забезпечення БП та ефективного використання АТ.

1.2. Предмет і завдання дисципліни

«Людський фактор при технічному обслуговуванні авіаційної техніки» — основна дисципліна з професійної підготовки, яка завершує теоретичну та практичну підготовку студентів зі спеціаль-

ності «Виробництво, технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіаційних двигунів». Дисципліна органічно підготовлює студентів до розв'язання складних завдань на сучасному рівні з використанням прогресивних методів та засобів збереження льотної придатності ПС відповідно до вимог та обсягів, які регламентовані кваліфікаційною характеристикою фахівця.

Якість підготовки фахівця з цієї дисципліни визначає його професійний рівень, здатність розв'язувати техніко-економічні завдання з організації і проведення процесу збереження льотної придатності сучасної АТ відповідно до вимог ICAO з питань людського фактора. Вивчення дисципліни озброює майбутніх фахівців знаннями для самостійної творчої діяльності з розроблення та вдосконалення організації й управління процесами ТЕ АТ та забезпечення надійності систем і безпеки польотів ПС. Адже технічне обслуговування ПС є вагомим складовою авіаційної системи, що забезпечує її нормальне функціонування.

У проблемі ТО наявні два аспекти — організаційний і науково-технічний.

Організаційний аспект пов'язаний із розробленням чітких принципів та основних концепцій побудови структури системи ТО АТ, створенням органів управління процесами ТО, виробничих потужностей, забезпеченням запасними частинами, широкою номенклатурою технічних засобів, здійсненям ремонту й відновленням несправних виробів, організацією курсів з підготовки й перепідготовки авіаційного персоналу тощо.

Науково-технічний аспект проблеми ТО пов'язаний зі створенням теоретичних засад та інженерних методів керування процесами ТО складних систем АТ. Він передбачає розроблення головних наукових положень, побудову моделей різних структур, які дають змогу розраховувати ефективність і оцінювати вплив системи ТО на надійність і ефективність конкретних систем АТ.

Предметним змістом проблем ТЕ є здійснення сукупності заходів щодо планування, організації й технології проведення робіт з ТО, розрахунку і планування оптимальних комплектів запасних частин, інструменту й приладдя, організації ремонту всіх типів, визначення необхідного складу й чисельності ремонтного й експлуатаційного персоналу, збору й обробки даних про фактичний рівень надійності елементів і систем АТ та інших організаційно-технічних завдань, які стосуються ТО.

Оскільки обсяг повітряних перевезень збільшується, а суворі вимоги до додержання розкладу комерційних рейсів обумовлюють необхідність ще більше підвищувати інтенсивність використання ПС, то жорсткішання вимог до своєчасності виконання операцій з ТО посилюватиметься. У зв'язку з цим виникають додаткові можливості припущення помилок авіаційними фахівцями, і, як наслідок, з'являються розриви в ланцюзі забезпечення безпеки польотів ЦА.

Традиційно спроби врахування людського фактора здійснювалися щодо роботи льотного екіпажу, і майже не розглядалися ті аспекти людського фактора, які впливають на персонал, що здійснює ТО ПС. Це — серйозна помилка, оскільки досить очевидно, що помилка людини під час ТО ПС має такий самий критичний вплив на безпеку виконання польоту, як і помилки пілотів або авіадиспетчерів.

У розробленні заходів з підвищення безпеки і запобігання подіям в авіаційній галузі не враховується та обставина, що людина припускається помилки за конкретних організаційних умов, які або сприяють, або перешкоджають її виникненню. Тобто факт, що помилка людини може бути спричинена організаційними умовами, протягом тривалого часу відкидався, і всю повноту відповідальності за помилку покладали на так званого стрілочника.

Через це обвинувачувались конкретні люди, «оператори переднього краю», унаслідок чого приховувались організаційні помилки, які здебільшого і є першопричинами таких подій.

Щоб виявити загальносистемні передумови, що призводять до появи помилок, необхідно постійно й дуже ретельно вивчати системні й організаційні недоліки.

Тож мета даної дисципліни — розглянути та проаналізувати фактори, які впливають на діяльність авіаційних фахівців під час ТО АТ і безпеку повітряних перевезень, та надати рекомендації щодо підвищення якості робіт, своєчасного запобігання помилкам спеціалістів, вибору найбільш ефективної стратегії дій.

Завдання дисципліни:

- розглянути аспекти людського фактора під час ТО та інспекції ПС;

- показати, як можливості та обмеження людини можуть вплинути на її діяльність у певних умовах проведення ТО та інспекції;

- проаналізувати помилки, яких найчастіше припускаються авіаційні фахівці під час ТО АТ, і визначити фактори, що впливають на якість процесів ТО ПС та АД;

- розглянути аспекти роботи виробничих колективів та організаційні питання ТО АТ;

- визначити вплив застосування автоматизованих засобів і сучасних технологій на якість виконання робіт;

- розглянути способи підвищення якості робіт під час ТО АТ та забезпечення льотної придатності ПС і БП.

Знання та вміння, які будуть здобуті під час вивчення даної навчальної дисципліни, слід використовувати в професійній та практичній діяльності авіаційного фахівця. На рис. 1.2 зображено міждисциплінарні зв'язки даної навчальної дисципліни.

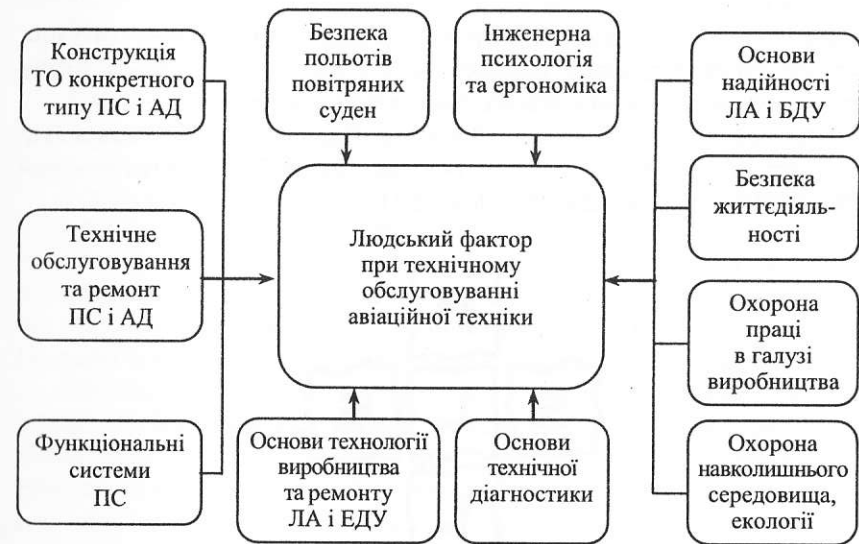


Рис. 1.2. Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни

До персоналу з ТО ПС, який повинен пройти підготовку стосовно людського фактора, належать такі категорії:

- управлінський персонал та персонал, який сертифікує ПС та їхні агрегати для допуску до експлуатації;

- інженери і техніки, які провадять ТО ПС, та інженери з планування і підготовки програм ТО;

- персонал служб якості, оператори наземного обладнання та персонал відділу матеріально-технічного постачання;

– інспектори, які відповідають за питання ТО та розслідують авіаційні події й інциденти.

1.3. Методи і моделі досліджень людського фактора

Науку як своєрідний цілісний спосіб пізнання світу визначає не тільки предмет, а й метод дослідження. Якщо предмет — це чітко визначений зміст, то метод — це шлях наукового пізнання, засіб, за допомогою якого вчені одержують вірогідну інформацію, яка використовується для побудови теорій і розроблення методичних рекомендацій.

Науковий аналіз взаємозв'язаних процесів ТО починається з побудови формалізованих моделей, котрі дозволяють розв'язувати завдання аналізу впливу різних факторів на ефективність ТО АТ.

Для розуміння людського фактора доцільно використовувати концептуальну модель «SHEL», оскільки це дозволяє здійснити поетапне системне дослідження (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Модель «SHEL»:

S — установка, H — об'єкт, E — середовище, L — суб'єкт

Модель «SHEL» (аббревіатура з початкових букв англійських слів) уперше була розроблена Едвардсом в 1972 р.

Це такі слова:

- Software — правила, керівництво, процедури;
- Hardware — машина, техніка;
- Environment — умови, в яких взаємодіють інші три елементи;
- Liveware — людина, суб'єкт.

Ця модель не відбиває всіх взаємозв'язків між складниками системи, а служить лише основою для розуміння людського фактора.

У центрі моделі перебуває людина — найбільш критичний і гнучкий компонент системи. Межі цього блоку складні та аморфні, і тому інші складники системи мають бути ретельно прилаштовані до нього, щоб уникнути небажаного напруження і можливих збоїв у системі.

Суб'єкт є вузловою частиною моделі «SHEL». Інші частини мають відповідним способом адаптуватись і узгоджуватись із цією вузловою частиною. Для забезпечення такої сумісності важливо знати характерні особливості вузлового компонента системи. Найважливішими характеристиками вузлового компонента даної моделі є:

Фізичні розміри і форма. У проектуванні будь-якого робочого місця і більшої частини устаткування вирішальну роль відіграють дані про розміри і параметри руху різних частин людського тіла, хоч вони можуть бути різні, що залежить від віку людини, її етнічної належності, статі тощо.

Фізіологічні потреби. Дані про потреби людини в їжі, воді і кисні можуть бути запозичені з фізіології й біології.

Характеристики сприйняття інформації. Для сприйняття інформації про зовнішній і внутрішній світ людина має різні органи чуття, що дають їй змогу реагувати на події і виконувати необхідні завдання. Проте ці органи з тієї чи іншої причини схильні до деградації.

Обробка інформації. Можливості людини в цій сфері серйозно обмежені. Погана конструкція приладу або системи попереджувальної сигналізації дуже часто є результатом того, що під час проектування не були враховані можливості й обмеження людини стосовно обробки інформації, тобто такі чинники, як нервово напруження, мотивація, короточасна і тривала пам'ять.

Особливості реакції людини на одержану інформацію. Як тільки інформація сприйнята органами чуття і опрацьована, м'язам передається сигнал відреагувати на неї. Реакція може виявлятися у вигляді фізичних рухів, або в якійсь іншій формі.

Умови довкілля. Температура, тиск, вологість, шум, час дня, міра освітленості справляють вплив на працю і самопочуття людини. Висота, замкнутий простір, стресові або монотонні умови роботи також можуть впливати на працездатність людини.

Розглянемо взаємовідносини між окремими блоками моделі.

Суб'єкт — об'єкт. Питання взаємодії частіше виникає, коли йдеться про системи інтерфейсу «людина — машина», а саме: екс-

платуаційна технологічність систем ПС, ремонтпридатність виробів, проектування технічного відсіку з урахуванням характеристик людського тіла, дисплеїв — з урахуванням можливостей засвоєння інформації користувачем, а також органів управління, їх кодування і розміщення.

Суб'єкт — процедури. Маються на увазі взаємозв'язки людини з такими нематеріальними компонентами системи, як правила, керівництва, контрольні переліки, процедури, символіка і програмне забезпечення процесів ТО.

Суб'єкт — середовище. Важливість інтерфейсу «людина — середовище» у ході польоту була встановлена однією з перших. Заходи, що спочатку були вжиті, спрямовані на адаптацію людини до відповідних умов середовища. Пізніше накреслилася зворотна тенденція — пристосувати довкілля до можливостей людського організму (системи герметизації і кондиціонування повітря, звукоізоляція).

Суб'єкт — суб'єкт. Це вид взаємодії між людьми. Навчання персоналу і перевірка його професійної придатності традиційно ведеться на індивідуальній основі. Якщо кожен член виробничого колективу має серйозну професійну підготовку, то природно зробити припущення, що й весь такий колектив у цілому діятиме професійно й ефективно. Але, на жаль, це не завжди так, і тому останнім часом чимраз більше уваги приділяється аналізу збоїв у роботі груп професіоналів. Льотні екіпажі, зміни диспетчерів повітряного руху, бригади техніків з обслуговування ПС та інші фахівці працюють у колективах, і тому взаємини, що складаються в такому колективі, накладають свій відбиток на їхні поведінку і працездатність.

Зауважимо, що для вивчення людського фактора застосовуються різні методи дослідження, які запозичені з багатьох наук і належно модифіковані (табл. 1.2).

Через специфічні особливості помилки людини в середовищі ТО виявляються у формі, відмінній від тієї, в якій це відбувається в іншому робочому середовищі, наприклад, у кабіні льотного екіпажу або в залі диспетчерів керування повітряним рухом (КПР).

На противагу «реально-часовому» характеру помилки льотного екіпажу або диспетчера, помилка в процесі ТО дуже часто не виявляється під час її припущення. У деяких випадках технік, який обслуговує літак, ніколи не дізнається про припущену ним помилку, тому що вона може виявитися через кілька днів, місяців або навіть років. Унаслідок порушення кріплення диска турбіни двигуна на

літаку DC-10 передбачувана помилка під час інспекції ПС була допущена за сімнадцять місяців до катастрофи.

Таблиця 1.2

Методи досліджень

Основний метод	Завдання дослідження	Модифікація методу дослідження
Спостереження	Фіксація певних характеристик, цілеспрямоване збирання фактів поведінки й діяльності особистості	Зовнішнє, внутрішнє (самоспостереження), вільне, стандартизоване, стороннє
Експеримент	Створення штучної ситуації, яка забезпечує активний вияв необхідних явищ	Природний, лабораторний (цілеспрямований вплив на обстежуваного)
Опитування	Одержання інформації у процесі безпосереднього чи опосередкованого спілкування	Усне (бесіда, інтерв'ю), письмове (анкета)
Тести	Порівняльна оцінка властивостей людини; наявність чи брак певних знань, умінь, навичок	Тест-опитування, тест-завдання, креативний тест (оцінка творчих здібностей), профвідбір
Соціометрія	Кількісне визначення взаємозв'язків, які утворюються в процесі міжособистісного спілкування між членами групи, з'ясування референтності людини в колективі	Соціометричний, референтметричний
Моделювання	Відтворення характеристик певного об'єкта для вивчення багатьох явищ	Математичне, логічне, технічне, кібернетичне
Експертні оцінки	Дослідження явищ за допомогою фахівців-експертів	Бесіди, опитування, анкетування, евристичне прогнозування, інтуїтивно-логічний аналіз

Помилки такого роду можуть бути зумовлені прихованими причинами, такими як недостатня професійна підготовка, нестача виділених ресурсів або інструментів, необхідних для ТЕ, дефіцит часу і т. ін.

Неправильний монтаж компонентів, неуважні огляд і контроль стану виробів є помилками, що найбільш часто повторюються в процесі ТЕ.

Дані, що належать до психологічних аспектів, підтверджують, що організації можуть і запобігати подіям, і сприяти їх виникненню (рис. 1.4).

Відмови можуть бути двох типів залежно від часу прояву їх наслідків.



Рис. 1.4. Схема формування авіаційної події

Активна відмова є помилкою або порушенням, які негайно викликають несприятливу дію. Такі помилки зазвичай здійснюються оператором «переднього краю». Дії пілота, котрий береться за важіль керування прибиранням шасі замість важеля керування закриттями, служать яскравим прикладом причини відмови цього типу.

Прихована відмова є результатом рішення або дії, які були здійснені задовго до випадку і наслідки яких можуть не виявлятися протягом довгого часу.

Такі відмови зазвичай породжуються на рівнях прийняття рішень і встановлення правил або на рівні лінійного керівництва, тобто людьми, далеко відстороненими від події, що сталася, як за часом, так і в просторі. Приховані відмови, які є результатом сумнівних рішень або неправильних дій, хоч і не заподіюють шкоди, якщо вони виявляються ізольовано, можуть взаємодіяти одна з одною, створюючи «вікно можливостей» для пілота, диспетчера або авіаційного механіка зробити дію, що призводить до активної відмови, руйнівної для всіх видів захисту системи, і, як наслідок, до особливої ситуації.

У таких випадках оператори «переднього краю» стають «спадкоємцями» дефектів системи, оскільки саме вони стикаються із ситуацією, що оголює приховані недоліки.

Побудова моделей та математичне моделювання процесів ТЕ виробів АТ дозволяє на більш високому рівні розробляти плани ТО ПС, урахувавши вплив експлуатаційних факторів, властивостей та можливостей обслуговуючого персоналу.

Сучасна практика моделювання окремих завдань ТЕ АТ не включає впливу характеристик обслуговуючого персоналу через брак методик опису видів діяльності авіаційних спеціалістів та методів кількісної оцінки якості їхньої праці.

Використання функціонально-структурної теорії в дослідженні впливу людини на надійність об'єктів експлуатації забезпечує можливість оцінки показників якості роботи всіх категорій ІТС. Моделювання будь-якого реального процесу подається у вигляді сукупності обмеженого набору типових функціональних структур, для яких розроблюються математичні залежності для оцінки їхніх кількісних характеристик.

В даному посібнику наведено результати досліджень надійності складних ергатичних систем АТ, розроблено методи оцінки якості роботи авіаційних спеціалістів під час ТО, запропоновано нові методи управління технологічними процесами ТО з урахуванням діяльності технічного персоналу зі збереження льотної придатності ПС у процесі експлуатації.

Зміст цих рекомендацій — підвищення здатності до керованості та якості виробничих процесів, забезпечення чіткості їх функціонування. При цьому ефективність заходів має виявлятися не тільки у використанні прогресивних методів ТО, у скороченні всіляких збитків, зменшенні кількості помилок, яких припускається ІТС, але й,

що особливо важливо, у підвищенні рівня організаційної та технічної культури авіапідприємств, у постійному вдосконаленні технології та організації виробництва.

1.4. Вплив людського фактора на безпеку польотів

На сьогоднішній день стає більш усвідомленим розуміння важливості врахування людського фактора під час ТО та інспекції ПС. Стає більш помітним безпосередній зв'язок безпеки та ефективності польотів на авіалініях з якістю роботи людей, тих, хто перевіряє та обслуговує парки АТ авіакомпаній.

Сучасні літаки, наприклад типу «Боїнг-747-400» та «Ербас-А-340», мають тричі резервовані системи управління польотом, які базуються на застосуванні обчислювальної техніки. Це зменшує навантаження на льотний екіпаж, але підвищує вимоги до технічних спеціалістів, що обслуговують ПС, при цьому багато з яких здобули базову підготовку в галузі механічних, а не сучасних систем управління.

У зв'язку з цими обставинами не забезпечено правильної взаємодії між елементами «суб'єкт — об'єкт» (L — H) та «суб'єкт — програмні установки» (L — S) моделі «SHEL».

Під час ТО помилки людини зазвичай виявляються в ненавмисно спричиненій несправності ПС, що можна пояснити діяльністю або бездіяльністю технічних спеціалістів, що його обслуговують. У першому випадку її наслідком є конкретна несправність ПС, якої не було до початку проведення ТО. Будь-яка операція ТО приховує в собі можливість здійснення людиною помилки, яка може призвести до ненавмисно заподіяної несправності ПС. Прикладами можуть слугувати: неправильне встановлення змінних блоків, залишене під час складання гідравлічної магістралі, що ремонтується, запобіжна заглушка або поломка повітроводу через те, що він використовувався як підніжка для доступу до місця проведення операції ТО.

Результат помилки в другому випадку — виявлення небажаного або небезпечного стану під час виконання регламентного ТО, мета котрого якраз і виявити такий стан. Приклади таких помилок: непомічена під час візуального огляду тріщина в силовому елементі або демонтаж справного блока електронного обладнання замість несправного через неправильно встановлені причини несправності.

Помилки такого роду можуть бути викликані й прихованими відмовами, такими як недостатня професійна підготовка, нестача виділених ресурсів або інструментів, необхідних для ТО, дефіцит часу і т. ін.

Однією з причин багатьох горезвісних АП була помилка людини під час ТО. Наприклад, катастрофа літака DC-10 авіакомпанії «Американ ерлайнз» у Чикаго сталася через порушення технології заміни двигуна, яке виявилось у тому, що пілон і двигун були демонтовані та встановлені в зібраному вигляді, а не окремо по частинах. У результаті використання цієї несанкціонованої технології (прихована відмова за ймовірного порушення взаємодії елементів L — H та L — S) відбулося руйнування конструкції пілона, яке стало помітним під час зльоту, коли від крила відірвався закріплений під ним двигун з пілоном. Наступне пошкодження гідравлічних систем призвело до прибирання зовнішніх секцій передкрилків на лівому крилі й надалі — до втрати керування. Літак «Боїнг-747» авіакомпанії «Джапен ерлайнз» зазнав аварії через швидку розгерметизацію літака під час польоту, коли внаслідок неправильно виконаного ремонту відмовив задній гермошпангоут (прихована відмова за ймовірного порушення взаємодії елементів L — H і L — S). У результаті виниклого за цим надмірного перевищення тиску у хвостовому відсіку й ударної хвилі через вибуховий розрив сферичного гермошпангоута відмовила система керування і сталося руйнування літака, яке призвело до великої кількості людських жертв. Літак «Боїнг-737» авіакомпанії «Алоха ерлайнз» зазнав аварії в результаті руйнування конструкції верхньої частини фюзеляжу. На щастя, літак удалося посадити, але одна людина загинула. Ця авіаційна подія пояснюється порушенням технології ТО (приховані відмови), унаслідок чого не було виявлено погіршення характеристик силового конструктивного елемента.

На ПС протягом двох тижнів відзначали вібрації правого двигуна. Інженери шукали причини та, припускаючи, що вони пов'язані з пневматикою, замінили клапани-регулятори тиску. У звіті про роботу двигуна, складеному кілька днів потому, було записано: «...причиною вивільнення диска стало те, що гайки болтів дисків низького тиску були загвинчені тільки пальцями, а не затягнуті, результатом чого стало можливим осьове переміщення всередину і назовні від криволінійної посадкової поверхні, що викликало сильні потертості та відхилення від симетричного положення. Гайки

одна за одною відкручувалися, вивільняючи болти, допоки їх не залишилося тільки чотири...».

Усі болти, за винятком чотирьох, випали, а останні чотири трималися на чвертьдюймовому залишку різьби. Тільки тяга малого газу перешкоджала від'єднанню двигуна. Якби екіпаж заглушив двигун, наслідки, імовірно, були б катастрофічні.

На літаку ВАС 1-11 зліт виконував другий пілот, і після переходу до сталого набору висоти командир ПС згідно з чинними в авіакомпанії правилами взяв керування на себе. У цей момент трапився різкий звуковий удар, і фюзеляж огорнув густий туман, що є ознакою швидкої розгерметизації. Лобове скло в кабіні екіпажу вилетіло назовні, а командира втягло в проріз лобового скла, де він застряг. У результаті розслідування було встановлено, що причиною польотної події стало те, що під час заміни лобового скла його закріпили не тими болтами.

Літак «Ембраер 120» авіакомпанії «Континенталь експрес» раптово зруйнувався в польоті й зазнав катастрофи. У ході розслідування було встановлено, що подія сталася через те, що кріпильні гвинти на верхній поверхні лівого боку передньої кромки стабілізатора були відкручені й не поставлені на місце, у результаті чого агрегат протиобledenіння передньої кромки був закріплений на стабілізаторі тільки нижніми кріпильними гвинтами.

Літак «Локхід L-1011» авіакомпанії «Істерн ерлайнз», виконуючи рейс, вилетів з міжнародного аеропорту Майамі в Нассау на Багамських островах. Незабаром після зльоту загорівся світловий сигналізатор падіння тиску в двигуні № 2. Було виявлено, що всі три головні датчики-детектори стружки були встановлені без кільцевих ущільнювальних прокладок. Національна рада безпеки на транспорті (NTSB) дійшла висновку: «...Головні датчики-детектори стружки були встановлені без кільцевих ущільнювальних прокладок, тому що механіки не додержувалися методики, зазначеної в технологічній карті, і не виконували професійних обов'язків, як це належить механікам, що обслуговують планери і силові установки ПС...».

Виявлені факти та зроблені висновки стосуються тільки прямих причинно-наслідкових зв'язків. Увага до таких факторів, як множинність причин, взаємозалежність та взаємодія систем (котрі безпосередньо стосуються безпеки систем, в яких утілені новітні технічні досягнення), не була такою, щоб розгледіти першопричини прихованих та активних відмов. Не вчинки окремих людей, а саме

взаємодія множинних відмов і призвела до конкретних авіаційних подій та інцидентів. У наведеному випадку помітна прихована організаційна відмова і неточне поєднання елементів L — S.

Якщо розглядати питання з організаційної позиції, стає помітно, що організаційні недоліки не можна нейтралізувати за допомогою технології, підготовки кадрів і встановлення чітких правил. Досить часто в розробленні заходів з підвищення безпеки і запобігання подіям в авіаційній галузі не враховується та обставина, що помилки людини припускається за конкретних організаційних умов, які або сприяють, або перешкоджають її виникненню.

Розглядаючи події, причиною яких була помилка людини, ясно, що експерти схильні обвинувачувати окремих осіб, а не колективи.

Приховані відмови частіше за все невідчутні, не несуть безпосередньої небезпеки і «чекають на нагоду», коли можна буде виявитися в поєднанні з непередбаченою видимою активною відмовою або помилкою «оператора переднього краю» — останньої ланки низки помилок — і викликати таким способом авіаційну подію, яка здатна забрати людські життя та знищити майно. На рис. 1.5 — 1.11 наведено фотографічний матеріал з місць авіаційних подій та інцидентів. У табл. 1.3 наведено приклади АП з причини людського фактора під час ТО АТ.



Рис. 1.5. Пошкодження літака засобом наземного обслуговування



Рис. 1.6. Зіткнення паливозаправника з літаком



Рис. 1.8. Під час ТО не виявлена корозія (тріщини) елементів шасі



Рис. 1.7. Пошкодження гвинтів силової установки через відмову системи випуску шасі

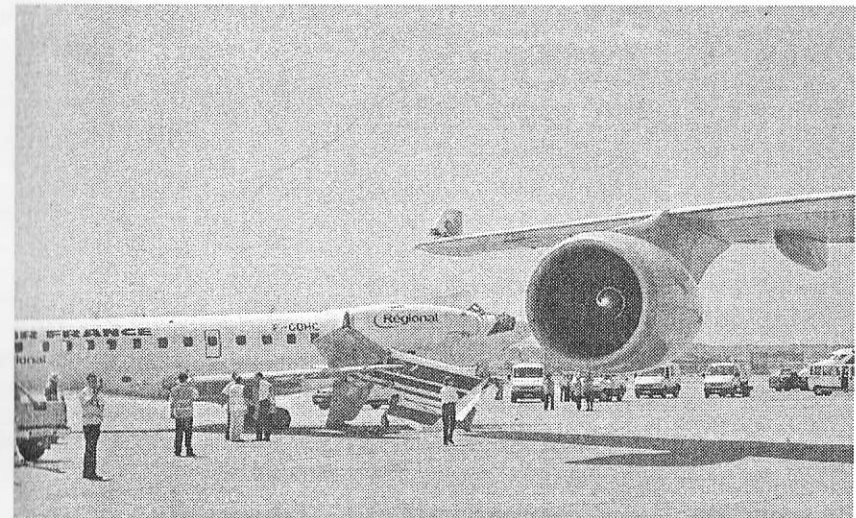


Рис. 1.9. Порушення вимог руління ПС



Рис. 1.10. Порушення вимог вивішування ПС



Рис. 1.11. Під час ТО не встановлено засобів запобігання перекиненню літака через зміну центрування ПС

Таблиця 1.3

Приклади АП з причини людського фактора під час ТО АТ

Причина АП	Супроводжуючі обставини	Наслідки
Після ТО, коли троси керування елеронами були переплутані під час монтажу, унаслідок чого елерони відхилилися в напрямку, протилежному заданому	Після монтажу правильність відхилення елеронів не була перевірена Перевірка не була виконана екіпажем у процесі підготовки до зльоту	Катастрофа
Зсув вантажу під час розгону призвів до виникнення задньої центрівки, для парирування якої не вистачило запасу керма висоти	Зсув вантажу відбувся через недодержання правил його кріплення службою організації перевезень Брак контролю з боку екіпажу. Відсутність бортоператора	Катастрофа
Під час крейсерського польоту на висоті 7800 м вимкнулись усі чотири двигуни через воду в паливі	Порушена технологія заправлення паливом Не злито відстій	Катастрофа
Повна втрата керуваності вертольота через роз'єднання проводки поперечного керування внаслідок випадання болта в з'єднанні	Порушення, допущене ІТС під час виконання робіт на проводці поперечного керування, пов'язаних із заміною головного редуктора	Катастрофа
Втомне руйнування осі важеля повідця автомата перекоосу через неправильний монтаж вузла кулькового шарніра	Порушення технологічної дисципліни й організації роботи, виявлені як у процесі ремонту вертольота на заводі, так і в процесі експлуатації	Катастрофа
Під час зльоту з вантажем на зовнішній підвісці вертоліт перейшов у некероване обертання й зіткнувся із землею Причина — роз'єднання хвостового вала трансмісії	Грубе порушення технології заміни хвостового вала трансмісії ІТС і незадовільна організація робіт з періодичного ТО Механік замість 12 болтів фланцевого стику в опор хвостового вала встановив тільки три	Катастрофа
На зниженні під час заходження на посадку відбулася відмова подовжного керування Вертоліт перейшов у некероване зниження, зіткнувся зі схилом гори і повністю зруйнувався	Роз'єднання қачалки подовжного керування з гідропідсилювачем (ГП) через порушення технології заміни ГП і незадовільну організацію робіт з ТО. Заміна ГП провадилася техніком, який не мав допуску до самостійного виконання цих робіт, виконана робота не була проконтрольована	Катастрофа

Закінчення табл. 1.3

Причина АП	Супроводжуючі обставини	Наслідки
Причиною авіаційної події стало поєднання кількох чинників	Неякісне виконання ІТС робіт з заміни і регулювання гідропідсилювача Незадовільна льотна і ТЕ літака після виконання робіт з заміни гідропідсилювача Прийняття екіпажем ПС рішення про виконання зльоту, незважаючи на виявлені в ході передпольотної підготовки значні зусилля для відхилення правої педалі	Аварія
Під час польоту через нерівномірне перекачування пального з однієї групи баків у іншу виник поперечний дисбаланс. Ситуацію ускладнило неправильне ладнання приводу елеронів, що зумовило менший, ніж треба, кут їх відхилення	Порушення, допущене ІТС під час виконання робіт з ТО паливної системи та системи керування польотом	Катастрофа

Авіаційні події, причиною яких є неправильне ТО або неправильна інспекція ПС, змушує замислитися більше про організацію, ніж про конкретну особу, яка перебуває наприкінці виробничої лінії. Коли вивчаються організаційні аспекти, пов'язані з виконанням операцій ТО вночі перед льотною подією, виявляється переплетіння перехресних ліній ревізійних перевірок, передавання повідомлень та управління виробничим процесом. Низку відмов, що безпосередньо призвели до події, не можна розглядати як результат психічного розладу окремих осіб. Скоріше, вони відбивають первинний порядок проведення робіт, що склався та існував до АП. Лінійне керівництво авіакомпанії несе покладену на нього чинними нормативними документами відповідальність не тільки за забезпечення належного плану проведення ТО, але й за додержання викладених у ньому положень. Допускаючи (явно або неявно) постійні помилки, вище керівництво компанії створило таку робочу атмосферу, в якій протягом ночі, що передувала події, стала можливою послідовність помилок, які є причинами АП.

Зазначимо, що здебільшого просто не існує даних, необхідних для встановлення помилок, яких припустилися під час ТО, тому помилки розглядаються з позиції несправності ПС.

Наприклад, технік нью-йоркської лінійної бази ТО забув поставити антивібраційний затискач на гідропривід, закріплений на двигуні. Через три місяці трубопровід зруйнувався від втомних напружень у польоті, що призвело до відмови гідросистеми. Після приземлення механіки, що обслуговували літак, оглянули двигун і виявили, що антивібраційний затискач не був установлений. Чи знали вони, чому? Скоріше за все ні, оскільки помилка була зроблена три місяці перед цим у Нью-Йорку. Згодом ця помилка людини реєструється як «втрата антивібраційного затискача».

Статистика свідчить, що здійснення організаційних або систематичних помилок в організаціях, що здійснюють ТО ПС, не обмежується однією організацією чи одним регіоном. За результатами проведеного аналізу польотних подій установлено:

- обслуговуючий технічний персонал та інспектори порушували встановлені методи і процедури (активна відмова);

- особа, відповідальна за забезпечення додержання встановлених процедур і методів, не здійснювала перевірку не тільки «поодиноких порушень», але й систематично неправильних дій протягом тривалого часу (активні та приховані відмови);

- вище керівництво, відповідальне за ТО, не вживало необхідних заходів для безумовного виконання процедур, запропонованих відповідними організаціями (приховані відмови);

- операції з технічного обслуговування виконувалися особами, не призначеними для виконання цих обов'язків, які з ліпших міркувань за своєю ініціативою починали роботу (активна відмова, яку обумовили дві раніше розглянуті приховані відмови);

- безперечно, брак повної і (або) належним способом переданої інформації, збільшує кількість помилок, які призводять до авіаційних подій (прихована відмова).

Один з основних елементів авіаційної системи — це людина, яка приймає рішення й несе повну відповідальність за встановлення цілей і керування наявними ресурсами для досягнення та врівноваження двох чітко визначених цілей: гарантування безпеки та своєчасне і рентабельне перевезення пасажирів та вантажів.

У сфері ТО в процесі підтримки придатності до польотів парку ПС за потреби створюється, передається, використовується і реєструється значний обсяг інформації.

Найважливіше — інформація з ТО має бути зрозумілою тому колу її споживачів, якому вона призначена.

Нові керівництва, бюлетені ТО, наряди на виконання робіт та інші інформаційні документи, якими користуватимуться ці особи, необхідно перевірити до широкого їх розповсюдження, аби впевнитися, що вони не можуть бути неправильно сприйняті чи незрозумілі.

Зв'язок з виробником ПС, так само як і зв'язок між авіакомпаніями, може мати вирішальне значення. Якщо в одній компанії виникла проблема з ТО ПС, що здатна знизити БП, повідомлення про неї має бути передане виробникові та іншим експлуатантам, які мають ПС такого самого типу.

У звітах про АП немало таких, яким можна було б запобігти, якби інформація з інцидентів у авіакомпаніях доводилася до всієї галузі. Так, після розслідування польотної події з літаком DC-10 авіакомпанії «Американ ерлайн» виявилось, що в іншій авіакомпанії застосовувалася така сама незатверджена технологія заміни двигунів, і було виявлено, що вона призвела до появи тріщин поблизу місця кріплення.

Зневажливе ставлення до затверджених процедур ТО, установлених у організації правил і стандартів нормативних документів пов'язане з проблемами, що виходять за межі виконання роботи окремими особами, оскільки така поведінка не з'являється раптово.

Існує думка вважати помилки людини або оператора основними причинними факторами багатьох АП. Аналіз кількох аварій у високотехнологічних системах, причиною яких вважалась помилка оператора, засвідчив, що встановлені в ході розслідування помилки людини були спровоковані іншими факторами. Тому дуже важливо відрізнити спровоковані системою помилки людини й ті, що насправді є наслідком неефективних дій оператора. Серед факторів, що провокують аварії, можна назвати недоліки в конструкції обладнання, незадовільну інтеграцію людини і машини, недостатню підготовку персоналу, а також неефективні методи управління в організаційних структурах. Однак для аналітичних цілей необхідно розмежовувати приховані умови (що створюються розробниками, виробниками, інструкторами, керівниками) та активними помилками (операторів).

1.5. Закон Мерфі

Капітан військово-повітряних сил Сполучених Штатів Америки Едвард Мерфі був інженером-розробником вимірювального обладнання ковзкої платформи, яка використовувалась для дослідження

прискорень літальних апаратів (ЛА). Результатом першого тесту був повний провал — новітній пристрій не працював взагалі. Капітан Мерфі перевіряв усі експериментальні дані і з'ясував, що техніки, які обслуговували експеримент, підікнули пристрій не так, як було зазначено в інструкції. Виявивши критичну помилку техніків у монтажі експериментального обладнання, Едвард Мерфі сказав: «Якщо є два способи зробити щось, причому якщо один з них веде до катастрофи, то хто-небудь обов'язково вибере саме цей спосіб». Товариші по службі капітана Мерфі назвали цей висновок «законом Мерфі».

Якщо перефразувати, то закон Мерфі звучатиме так: «якщо яка-небудь неприємність може статися, вона трапляється».

На одній із прес-конференцій Міністерства оборони США було заявлено, що всі досягнення із забезпечення БП є результатом подолання «закону Мерфі». Вислів потрапив у пресу, і надалі «закон» став широко вживатись у житті. До речі, спорідненим із законом Мерфі є «закон бутерброда» — «бутерброд завжди падає маслом униз».

У теперішній час вже йдеться про «закони Мерфі», під якими розуміють афоризми, повчальні вислови не тільки математичного, технічного чи філософського змісту, а й гумористичні. Закон Мерфі покликав до життя велику кількість літературних пародій, зокрема:

- Те, що ви зберігаєте довго, можна викинути;
- Якщо ви щось викинете, воно вам знадобиться;
- Сусідня черга завжди просувається швидше;
- Якщо ви помиєте машину, одразу піде дощ;
- Якщо ви одночасно натиснули дві клавіші на клавіатурі, то відіб'ється та, яку ви натиснули випадково;
- Які б біди з вами не траплялися, завжди знайдеться хтось, хто знав, що так воно і буде;
- Якщо ви вирішили одягти гарну сукню, то обов'язково буде жахлива погода.

Висновки з закону Мерфі:

1. Усе не так легко, як здається.
2. Усяка робота вимагає більше часу, ніж ви думаєте.
3. З усіх неприємностей станеться саме та, збиток від якої найбільший.
4. Якщо чотири причини можливих неприємностей заздалегідь усунути, то завжди знайдеться п'ята.

5. Як тільки ви візьметесь робити якусь роботу, з'явиться інша, котру треба зробити ще раніше.

6. Усяке рішення плодить нові проблеми.

Природу закону вивчали британські психологи. Згодом вони дійшли вражаючого висновку: закон Мерфі починає діяти тоді, коли в людини зникає бажання приймати рішення, знижується емоційний настрій. Тоді вона й починає списувати невдачі на треті сили, зокрема на закон Мерфі. Частіше за все цей закон поширюється на невпевнених у собі людей.

Утім закон Мерфі на дітей діє менше, ніж на дорослих людей. Це пояснюється тим, що в міру дорослішання людина обростає безліччю турбот і більш серйозно ставиться до своїх проблем. А це не тільки викликає тривогу, перенапруження і стрес, а й створює всі передумови для закону Мерфі. Тож імунітетом проти закону Мерфі володіють люди, які вірять у власні сили, з позитивним емоційним настроєм.



Питання для самоперевірки

1. Обґрунтуйте значення проблеми забезпечення БП для ЦА.
2. Визначте поняття «людський фактор при ТО АТ».
3. Охарактеризуйте предмет і завдання дисципліни.
4. Охарактеризуйте вплив людського фактора на БП.
5. Наведіть схему формування авіаційних подій.
6. Назвіть основні методи і моделі дослідження людського фактора.
7. Зазначте основні характеристики моделі «SHEL».
8. Охарактеризуйте взаємовідносини між блоками моделі «SHEL».
9. Наведіть приклади катастрофічних наслідків через помилки обслуговуючого персоналу.
10. Проведіть порівняльний аналіз витрат, пов'язаних з упровадженням нової техніки з урахуванням та без урахування людського фактора.



Розділ 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ОБМЕЖЕННЯ ЛЮДИНИ

2.1. Соціально-психологічний аналіз людини

Льотні події рідко відбуваються через навмисне недодержання встановлених правил. Зазвичай вони трапляються в обставинах, перебороти які людина просто не в змозі. Отже, аналізуючи дії людини, її рішення та вчинки треба оцінювати з урахуванням рівня працездатності, якого можна реально очікувати від іншої особи з аналогічним запасом знань, кваліфікації та досвіду. Особливу увагу слід приділяти всім факторам, які можуть вплинути на конкретну людину, потрібно аналізувати не тільки самі помилки людини, але й причини, через які вони сталися.

У процесі пізнання і життєдіяльності в певних соціальних умовах життя в індивіда формуються специфічні для нього ставлення до світу, способи дії і поведінки.

Людина живе в системі соціальних закономірностей, сформованих на основі праці й мови. Якщо перша сигнальна система — це фізіологічне підґрунтя відчуттів, сприйняття, уявлень, то мова в житті людини стала своєрідним другим сигналом, який веде до розвитку мислення.

Діяльність і поведінка людини обумовлюються не тільки соціальними умовами життя, а й індивідуальними особливостями її психофізіологічної організації.

Якщо спостерігати за людьми, то можна побачити, що вони різняться своєю поведінкою: по-різному виявляють свої почуття, неоднаково реагують на подразники навколишнього середовища. Одні люди комунікабельні, життєрадісні, енергійні, інші, навпаки, замкнуті, інертні та стримані. І це все стосується тільки зовнішніх виявів незалежно від того, наскільки людина розумна, працелюбна, смілива тощо.

Психічні явища можна трактувати як відповідь мозку на зовнішні (навколишнє середовище) і внутрішні (стан організму) дії (подразники). Це приводить до активності людини, яка виявляється в багатстві індивідуального досвіду й різноманітних формах поведінки. Кожна людина повинна не тільки знати свої психологічні особливості, а й уміти враховувати їх у повсякденному житті. Важливо, щоб оцінка своєї особистості була об'єктивною, а ставлення до себе критичним.

Психіка як певна форма відображення дійсності високоорганізованою матерією характеризується низкою особливостей, а саме:

- психічне відображення має активний характер, пов'язаний з пошуком та відбором адекватних дій, що відповідають умовам навколишнього середовища;

- психічне відображення має випереджальний характер, що забезпечує функцію передбачення в діяльності та поведінці;

- кожен психічний акт є результатом дій об'єктивного через суб'єктивне, що накладає відбиток на своєрідність психічного життя кожної людини;

- у процесі активної діяльності психіка людини постійно поглиблюється, удосконалюється й розвивається.

Психіка являє собою властивість високоорганізованої матерії, що спрямована на відображення об'єктивної дійсності.

У людини носієм психіки є мозок. Він — головний осередок організму, центр психічної діяльності.

Фізіологічною основою психіки є нервова система. Вона дуже складна за своєю природою. Основним елементом нервової системи є нервова клітина. Нервова клітина з паростками, що відходять від неї (аксоном і дендритами), називається невроном.

Неврон складається:

- з тіла клітини, в якому розміщене ядро;
- з дендритів — волокон цього тіла, які сприймають збудження;
- з аксона — волокна, яке передає збудження іншим нервам;
- з синапсу, який виступає контактом аксона з дендритами.

Безумовно, знання анатоми-фізіологічних особливостей нервової системи людини необхідні нам для розуміння функціонування психіки. Функціональна організація людського мозку згідно з сучасними поглядами нейропсихології охоплює три основні блоки (табл. 2.1).

Учені дійшли висновку, що психічні функції певним чином розподіляються між правою та лівою півкулями. Обидві півкулі здатні одержувати й фіксувати інформацію у вигляді як образів, так і слів, проте існує функціональна асиметрія головного мозку — різна міра вияву тих чи інших функцій у лівій та правій півкулях.

Таблиця 2.1

Основні функціональні блоки людського мозку

Блок I	Енергетичний блок, який підтримує тонус, необхідний для роботи вищих відділів кори головного мозку	Після пошкодження функцій блока увага стає нестійкою, з'являються байдужість, сонливість
Блок II	Блок приймання, опрацювання і збереження інформації	Порушення нормальної роботи II блока приводить до втрати чутливості — шкіряної і глибокої (пропріоцептивної), втрати чіткості рухів
Блок III	Блок, який забезпечує програмування, регулювання і контроль діяльності	Пошкодження III блока призводить до дефектів поведінки і зміни у сфері рухів

Ліва півкуля послідовно опрацьовує інформацію, відповідає за логічне мислення, мовленнєві функції, тому її діяльність має, скоріше, аналітичний характер. Її розлад зазвичай призводить до порушення мови, втрати комунікативних функцій і навіть до певних дефектів розумової діяльності.

Права півкуля контролює уяву, інтуїцію, просторово-візуальне мислення, відповідає за емоції.

Зауважимо, що обидві півкулі працюють злагоджено, однак переважання функціонування правої чи лівої півкулі у людини впливає на її індивідуально-психологічні характеристики.

Вивчаючи форми психічної діяльності, необхідно пам'ятати, що психічне життя, свідомість і діяльність особистості завжди виступають в їх єдності. Людина взаємодіє із середовищем, що її оточує, як цілісна істота. Цілісність взаємодії забезпечується всією функцією організму і насамперед вищим відділом центральної нервової системи — корою великих півкуль головного мозку, яка інтегрує в собі всю діяльність організму і керує нею.

Вищою формою відображення є психічне відображення, а вищою формою психічного відображення є свідомість.

Рівень вияву свідомості людини залежить від багатьох чинників, серед яких можна виділити:

- розвиток знань і науковий світогляд;
- ідейні й моральні переконання особи;
- ставлення індивіда до інших людей, до самого себе, до форм суспільного життя тощо.

Отже, *свідомість* — це вища форма психіки, результат суспільно-історичних умов формування людини в трудовій діяльності в процесі постійного спілкування з іншими людьми. Невід'ємною складовою свідомості є знання, тому вона орієнтована на відображення і перетворення дійсності.

Коротко розглянемо найважливіші характеристики свідомості.

По-перше, на основі пізнавальних процесів (відчуття, сприйняття, пам'ять, мислення, уява) свідомість здатна акумулювати знання про навколишній світ, природу, суспільство. Рівень свідомості перебуває в прямій залежності від рівня засвоєння знань і досвіду особистості.

По-друге, характерною ознакою свідомості є самопізнання.

По-третє, особливістю свідомості є її цілеспрямованість, планування власної діяльності й поведінки, передбачення її результатів. Цей бік свідомості виявляється в самоконтролі й коригуванні власних дій, у перебудові їх, у змісті стратегії і тактики, як цього вимагають життєві обставини.

По-четверте, виявом свідомості особистості є також її ставлення до об'єктивної дійсності, до інших людей і, власне, до самої себе. Слід зазначити, що ставлення особистості до свого оточення виявляється в її оцінці й самокритиці, в яких важливу роль відіграє емоційно-вольова сфера. Формування і вияв цих характеристик неможливі без існування мови. Мовлення — один з компонентів свідомості; завдяки їй відбувається передавання досвіду. Усі психічні явища, безперечно, породжуються життям, ним обумовлюються і водночас відіграють у ньому свою важливу роль. Усвідомлення людиною навколишнього світу дає їй змогу активно впливати на цей світ, змінювати його предмети і явища відповідно до своїх потреб.

Установлено, що діяльність людини:

- спрямовується пізнавальною потребою;
- чинить дії відповідно до пізнаної необхідності — свідомо;
- кожна дія набуває для людини значення в міру того, яке становище вона посідає у суспільстві;

– абстрагує, проникає у зв'язки й відносини речей, установлює причинні залежності, розвиває мислення;

- передає й закріплює досвід через соціальні засоби спілкування;
- виготовляє знаряддя праці, використовує їх за призначенням;
- у процесі праці та діяльності людина розвивається як самобутня і неповторна особистість.

Знання людини, її свідомість, розум, почуття, воля, здібності, характер — усе це значущі властивості особистості, що являють собою необхідну передумову її успіху в найрізноманітніших сферах професійної діяльності.

2.2. Форми пізнання дійсності

Психіка людини має системну будову. Вона не зводиться до простої суми окремих складових. Однак для її пізнання можна взяти деякі форми психічної діяльності. Однією з найпростіших форм відображення дійсності є відчуття.

Процес відчуття відбувається лише за умови безпосереднього впливу на органи чуття людини, оскільки велику роль у ньому відіграють аналізатори. Отже, відчуття — це суб'єктивне відображення окремих властивостей предметів і явищ навколишнього світу в корі головного мозку в результаті безпосереднього їх впливу на органи чуття.

Фізіологічною основою відчуття є нервовий процес, що виникає під час дії подразника на аналізатор. Будь-який аналізатор має: рецептор (периферійний відділ), який перетворює енергію подразника на нервовий процес; аферентні (доцентрові) й еферентні (відцентрові) нерви, які з'єднують рецептор із певною ділянкою кори мозку; мозкову ділянку (мозковий кінець) аналізатора, де відбувається аналіз нервових імпульсів.

Різновиди відчуттів. Слід зазначити, що сенсорна чутливість вельми різноманітна. Сучасна наука значно розширила наші уявлення про види відчуттів людини. Класифікують відчуття за такими ознаками:

1. За браком або наявністю безпосереднього контакту рецептора з подразником вирізняють дистантні (зорові, слухові, нюхові) і контактні (смакові, больові, тактильні) відчуття.

2. За розташуванням рецепторів відчуття поділяють на три основних групи:

– екстероцептивні (від лат. *exter* — зовнішній і *receptor* — той, що сприймає) — відчуття, що відображають якості предметів і явищ навколишнього світу через рецептори, що розміщені на поверхні тіла. До них належать зорові, слухові, нюхові, смакові, тактильні відчуття;

– інтероцептивні (від лат. *interior* — внутрішній і *recepto*) — рецептори, які розташовані на внутрішніх органах і відображають їхній стан. До них належать органічні відчуття;

– пропріоцептивні (від лат. *proprius* — власний і *receptor*) — відчуття, що розміщені в рухових апаратах організму і дають інформацію про рух і положення тіла у просторі (кінестетичні і статичні відчуття).

Безперечно, відчуття виникають тоді, коли наші органи чуття стикаються з певним об'єктом матеріального світу, пізніше ж у необхідний момент вони перетворюються на сприйняття.

Слід зазначити, що велику роль у процесі життєдіяльності людини відіграють органічні відчуття, до яких у першу чергу відносять відчуття голоду, спраги, насичення, а також комплекси больових і статевих відчуттів.

Безпосередньо контактуючи з навколишнім світом, людина одержує не тільки інформацію про певні властивості та якості, що притаманні тим чи іншим об'єктам та явищам, відчуваючи їх, а й відомості про самі об'єкти як цілісні утворення. Відображення їх у мозку людини характеризує наступну ланку єдиного процесу чуттєвого пізнання — сприйняття.

Перш за все привертає увагу питання про відмінності між відчуттями й сприйняттям. Якщо функція відчуттів полягає в тому, щоб прийняти інформацію з навколишнього світу, то сприйняття допомагає нам усвідомити цю інформацію, надати їй певного змісту. Наприклад, вухо реагує на силу, тембр, тон звуків, око виявляє світло й колір, але ми не бачимо світ як простий набір світла, темряви чи кольору, не чуємо випадкового набору різних звуків тощо. Сприйняття дає нам можливість усвідомити навколишній світ як єдине ціле, пізнати його в комплексі взаємозв'язків та взаємозалежностей. Отже, сприйняття є предметним.

Важливу роль у сприйнятті відіграють активність, дієвість особистості, її емоційний стан. Процес сприйняття також тісно пов'язаний з усіма психічними процесами. Наприклад, за допомогою мислення ми усвідомлюємо все те, що сприймаємо; мова нази-

ває предмет сприйняття; почуття формують певне ставлення до того, що є об'єктом сприйняття; воля ж організовує весь процес сприйняття.

Отже, *сприйняття* — це відображення у свідомості людини предметів і явищ об'єктивного світу за умови безпосереднього впливу в певний момент на органи чуття.

Зазначимо, що фізіологічною основою сприйняття є складна аналітико-синтетична діяльність кори головного мозку. Велику роль у процесі сприйняття відіграє мова та мислення.

Безумовно, сприйняття посідає важливе місце в процесі пізнання об'єктивної дійсності. Сутність цього процесу унаочнює на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Сутність процесу сприйняття

Треба пам'ятати, що сприйняття — це дуже складний пізнавальний процес, за допомогою якого людина усвідомлює світ як єдине ціле і здобуває (разом з відчуттями) комплексні знання про довкілля.

Пізнання навколишнього світу починається з відчуттів, сприйняття і, як відомо, породжує людське мислення. Мабуть, немає у світі жодної людини, яка була б цілком задоволена собою, не хотіла б розвинути свої розумові здібності.

Мислення — це вища форма психічного відображення.

Варто зауважити, що саме мислення розширює межі та глибину нашого пізнання, виявляє взаємозв'язки між предметами, подіями і явищами, через відоме веде нас до невідомого.

Мислення — це психічний процес пошуків та відкриттів нового, істинного, глибинного; інтелектуальна й практична діяльність, оскільки поєднує в собі пізнання і творче перетворення образів і уявлень, зафіксованих у пам'яті.

Мислення тісно пов'язане з чуттєвим пізнанням. Через відчуття та сприйняття мислення безпосередньо пов'язане з навколишнім світом і є його відображенням. Але у процесі життєдіяльності людина виходить за межі чуттєвого пізнання і починає розкривати нові властивості предметів і явищ.

Наголосимо, що розумова діяльність людини органічно пов'язана з практикою. Мислення породжується потребами людської практики і розвивається у процесі пошуку способів їх задоволення. У свою чергу, практична діяльність неможлива без мислення, вона стимулює його постійний розвиток, сприяючи впровадженню досягнень людської думки в різні сфери життя суспільства.

Результати процесу мислення (думки) існують у формі суджень, міркувань, умовиводів і понять.

Аналітико-синтетична діяльність кори головного мозку — основа людського мислення; мислення — це єдність досвіду, знань, умінь, інтелектуальних дій та власного ставлення до певної діяльності, бо мислить не просто мозок, а жива істота. Але, на жаль, дуже часто розв'язання тих чи інших проблем відбувається в нас традиційно — способом спроб і помилок.

Розглянемо мислення як цілісний психічний процес і подамо його класифікацію за видами (рис. 2.2).

Основними психічними процесами, що беруть участь в прийманні інформації, є відчуття, сприйняття і мислення.

Приймання інформації людиною-оператором необхідно розглядати як процес формування перцептивного (чуттєвого) образу. Під ним розуміють суб'єктивне віддзеркалення у свідомості людини властивостей об'єкта, що діє на нього.

Формування перцептивного образу є фазним процесом. Воно вміщує кілька стадій: виявлення, розрізнення і пізнання.

Виявлення — стадія сприйняття, на якій спостерігач виділяє об'єкт з фону, але ще не може судити про його форму і ознаки.

Розрізнення — стадія сприйняття, на якій спостерігач здатний окремо сприймати два об'єкти, розташованих поруч (або два стани одного об'єкта), виділяти деталі об'єктів.

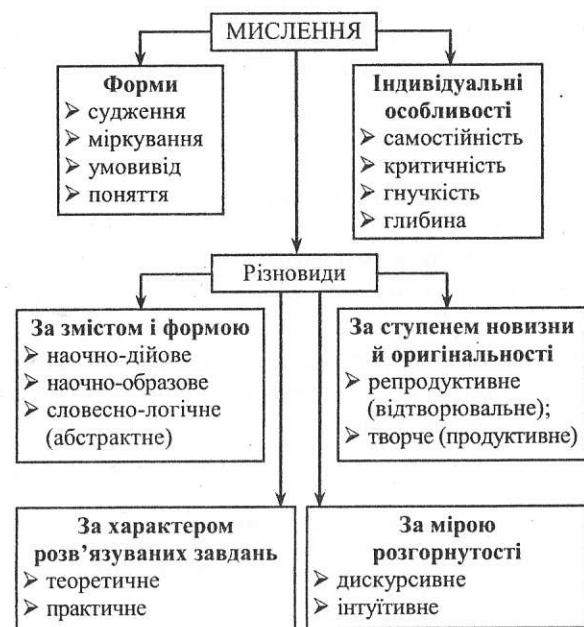


Рис. 2.2. Розуміння процесу мислення

Пізнання — стадія сприйняття, на якій спостерігач виділяє істотні ознаки об'єкта і відносить його до певного класу.

Тривалість цих стадій залежить від складності сприйнятого сигналу. Знання послідовності розрізнення ознак сигналу і динаміки становлення його образу важливе для розв'язання інженерно-психологічних завдань.

Велику роль у побудові перцептивного образу відіграють уявлення (вторинні образи), сформовані в людини в процесі розвитку. Акт сприйняття є водночас і співвідношення образу, що формується, з деяким еталоном, що зберігається в пам'яті.

2.3. Аналізатори людини

Фізіологічною основою формування перцептивного образу є робота аналізаторів.

Аналізаторами називають нервову будову, за допомогою якої людина здійснює аналіз подразників, що діють на неї.

Будь-який аналізатор складається з трьох основних частин: рецептора, провідних нервових шляхів і центру в корі великих півкуль головного мозку.

Основною функцією рецептора є перетворення енергії подразника, що діє, на нервовий процес. Вхід рецептора пристосований до приймання сигналів певної модальності (вигляду) — світлових, звукових та ін. Проте його вихід посилає сигнали, що за своєю природою єдині для будь-якого входу нервової системи. Ці імпульси, досягнувши кори головного мозку, піддаються там певному опрацюванню і знову повертаються в рецептори.

Залежно від модальності сигналу, що надходить, вирізняють види аналізаторів. Приблизні значення основних характеристик різних аналізаторів наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристика деяких типів аналізаторів

Аналізатор	Абсолютний поріг		Диференціальний поріг		Міра в технічних системах, %
	одиниця виміру	приблизна величина	одиниця виміру	приблизна величина	
Зоровий (постійний точковий світловий сигнал)	лк	$4 \cdot 10^9 \dots 10^{-3}$	лк вугл. хв	1 % від вихідної інтенсивності 0,6...1,5	90
Слуховий	Вт/м ²	10^{-12}	дБ	0,3...0,7	9
Дотиковий	Па	$3 \cdot (10^4 \dots 10^6)$	Па	7 % від вихідної	1
Вестибулярний (кутове і лінійне прискорення)	м/с ²	0,1...0,12	—	—	—

Основними характеристиками будь-якого аналізатора є пороги відчуттів — абсолютний (верхній і нижній), диференціальний і оперативний.

Мінімальну величину подразника, що викликає ледве помітне відчуття, називають нижнім абсолютним порогом чутливості, а максимально допустиму величину — верхнім порогом чутливості.

Інтервал між нижнім і верхнім порогоми має назву діапазону чутливості аналізатора.

Для характеристики розрізнення однорідних сигналів вводиться поняття диференціального порогу, під яким розуміють мінімальну

відмінність між двома подразниками, або між двома станами одного подразника, яка викликає ледве помітну відмінність у відчуттях. Експериментально встановлено, що величина диференціального порогу пропорційна вихідній величині подразника:

$$\frac{dJ}{J} = K = \text{const}, \quad (2.1)$$

де J — вихідна величина сигналу (подразника); dJ — величина диференціального порогу; K — константа, рівна 0,01 для зорового аналізатора; 0,1 для слухового і 0,3 для тактильного.

На підставі виразу (2.1) може бути встановлена залежність між силою сигналу і силою відчуття, що спричиняється ним:

$$S = K \ln J + C, \quad (2.2)$$

де S — сила відчуттів; K і C — константи.

Залежність (2.2) має назву основного психофізичного закону, або закону Вебера–Фехнера. Згідно із цим законом інтенсивність відчуття прямо пропорційна логарифму сили подразника.

2.3.1. Зір людини

Виняткову роль у житті людини і її відносинах із зовнішнім світом відіграє зір — найважливіший фізіологічний процес. Зір дає можливість сприймати форму, колір, яскравість і рух предметів, їх віддаленість. Людина-оператор близько 90 % усієї інформації одержує через зоровий аналізатор.

Око людини працює за принципом фотокамери, роль об'єктива в якій виконує кришталік. Світлові промені, проходячи крізь кришталік, заломлюються і створюють зменшене зворотне зображення на внутрішній стінці очного яблука (сітківки). На сітківці є світлочутливі нервові закінчення (рецептори), які мають назву паличок і колб. У кожному оці приблизно 130 млн паличок і близько 7 млн колб. Колби розташовані переважно в центральній частині сітківки — проти центру зиніці (жовта пляма). Від кожної колби і груп паличок (приблизно 100 паличок) відходить тонке нервове волокно, що пов'язує їх із зоровим центром у потиличній ділянці кори головного мозку.

Функції паличок і колб істотно різняться. Колби здатні сприймати подразнення лише за достатньої освітленості предмета і тому

є елементами «денного» зору, а палички реагують на слабке освітлення і забезпечують «нічний» зір. Можливості зорового сприйняття визначаються низкою характеристик (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Характеристики зорового аналізатора

Енергетичні характеристики визначаються потужністю (інтенсивністю) світлових сигналів, що сприймаються оком. До них належить яскравість. Яскравість предмета оцінюється величиною

$$B = \frac{J}{S \cos \alpha},$$

де J — сила світла, що випромінюється на одиницю тілесного кута;
 S — величина поверхні; α — кут, під яким розглядається поверхня.

У загальному випадку яскравість предмета визначається двома складовими — яскравістю випромінювання $B_{\text{вип}}$ і яскравістю відбиття $B_{\text{від}}$, тобто

$$J = B_{\text{вип}} + B_{\text{від}}$$

Яскравість випромінювання визначається потужністю джерела світла і його світлоvidатністю. Яскравість відбиття визначається рівнем освітленості даної поверхні і її властивостями:

$$B_{\text{від}} = E\rho / \pi,$$

де E — освітленість поверхні, лк; ρ — коефіцієнт відбиття поверхні.

Коефіцієнт відбиття визначається кольором поверхні, він показує, яка частина світлового потоку що падає на поверхню, відбивається нею.

Коефіцієнти відбиття залежно від кольору поверхні дорівнюють: білий — 0,9; жовтий — 0,75; чорний — 0,07; зелений — 0,65...0,1; сірий — 0,75...0,3; синій — 0,55...0,13; коричневий — 0,1.

Діапазон чутливості зорового аналізатора за яскравістю від 10^{-6} до 10^6 кд/м².

Видимість предметів визначається також контрастом їх стосовно фону. Розрізняють два види контрасту:

- прямий (предмет темніший за фон);
- зворотний (предмет яскравіший за фон).

Оптимальною вважається величина контрасту 0,6...0,95. Робота за прямого контрасту є сприятливішою, ніж за зворотного. Необхідно знати також, як цей контраст сприймається в даних умовах. З цією метою вводиться поняття порогового контрасту, який дорівнює:

$$K_{\text{пор}} = dB_{\text{пор}} / B_{\text{ф}},$$

де $dB_{\text{пор}}$ — порогова різниця яскравості, тобто мінімальна різниця яскравості предмета і фону, що вперше виявляється оком; $B_{\text{ф}}$ — яскравість фону.

Величина $K_{\text{пор}}$ визначається диференціальним порогом розрізнення.

Великий вплив на умови видимості предметів має сила зовнішньої освітленості. Проте цей вплив буде різний у процесі роботи оператора із зображеннями, що мають прямий і зворотний контраст.

Око людини сприймає електромагнітні хвилі в діапазоні 380...760 нм (рис. 2.4).

Проте чутливість ока до хвиль різної довжини неоднакова. Найбільшу чутливість очі мають до хвиль у середині спектра видимого світла ~500...600 нм. Цей діапазон відповідає випромінюванню жовто-зеленого кольору.

Важливою характеристикою ока є відносна видимість

$$K_{\lambda} = S_{\lambda} / S,$$

де S — відчуття, що викликається джерелом випромінювання довжиною хвилі 550 нм; S_{λ} — відчуття, що викликається джерелом такої самої потужності довжиною хвилі, яка дорівнює λ .

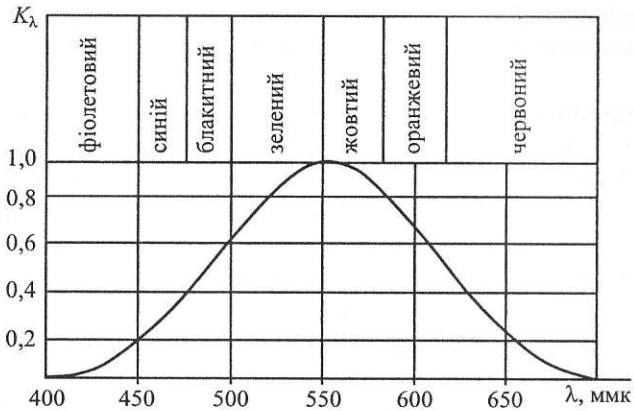


Рис. 2.4. Чутливість ока до хвиль різної довжини

Основною інформаційною характеристикою зорового аналізатора є пропускна здатність, тобто кількість інформації, яку аналізатор здатний прийняти в одиницю часу.

Найбільша пропускна здатність ($\sim 5,6 \cdot 10^9$ дв. од./с) є на рівні фоторецепторів (сітківки). У міру просування до вищих рівнів приймання інформації пропускна здатність зменшується, на кірковому рівні — до $\sim 20 \dots 70$ дв. од./с (тобто приблизно в 100 млн разів менша). Ще менша пропускна здатність для діяльності в цілому (з урахуванням дії у відповідь), тут вона становить $\sim 2,4$ дв. од.

Гостротою зору називається здатність ока розрізняти дрібні деталі предметів. Вона визначається величиною, зворотною тому мінімальному розміру предмета, за якого він помітний оком, і відповідає одиниці гостроти зору. Гострота зору залежить від рівня освітленості, відстані до даного предмета і його положення щодо спостерігача, від віку. Так, наприклад, гострота зору під кутом 100 в 10 разів менша, а під кутом 300 у 23 рази менше, ніж прямо перед собою.

Розміри предметів виражаються в кутових величинах, пов'язаних з лінійними розмірами, такими співвідношенням:

$$h = 2 l \operatorname{tg} \alpha,$$

де h — відповідно лінійний і кутовий розміри предмета; l — відстань від ока до предмета (рис. 2.5).

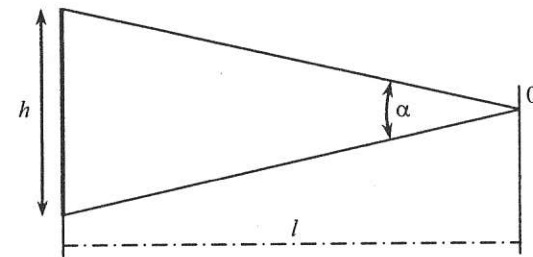


Рис. 2.5. Взаємозв'язок лінійних і кутових розмірів предмета

Гострота зору характеризує абсолютний просторовий поріг сприйняття. Мінімально допустимі розміри елементів зображення, що пред'являються операторові, мають бути на рівні оперативного порогу і становити не менше ніж 15° для простої форми, а для складних предметів — $30 \dots 40^\circ$.

Важливою характеристикою зорового сприйняття є його обсяг, тобто кількість об'єктів, яку може охопити людина протягом однієї зорової фіксації. Виявлено, що в разі пред'явлення не пов'язаних між собою об'єктів обсяг сприйняття становить 4...8 елементів. Проте дослідження показують, що обсяг відтвореного матеріалу визначається не стільки обсягом сприйняття, скільки обсягом пам'яті.

Умовне поле зору можна розбити на три зони (рис. 2.6):

- центрального зору ($\sim 4^\circ$), де можливе найбільш чітке розрізнення деталей;
- ясного бачення ($\sim 30 \dots 35^\circ$), де за нерухомого ока можна пізнати предмет без різних дрібних деталей;

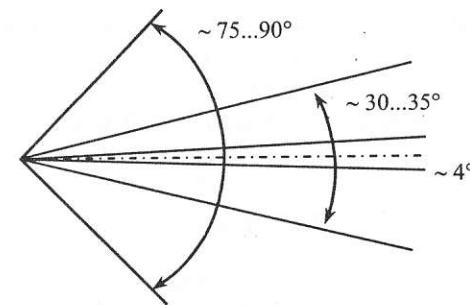


Рис. 2.6. Зони поля зору

– периферичного зору (~75...90°), де предмети виявляються, але не пізнаються. Зона периферичного зору має велике значення для орієнтації в зовнішньому середовищі.

Часові характеристики зорового аналізатора визначаються часом, необхідним для виникнення зорового відчуття. До них належать: латентний (прихований) період зорової реакції, тривалість інерції відчуття, критична частота миготіння, час адаптації, тривалість інформаційного пошуку.

Латентним періодом називається проміжок часу від моменту подання сигналу до моменту виникнення відчуття. У середньому для більшості людей латентний період зорової реакції коливається в межах 160...240 мл. с.

Для пізнання інформації, що з'являється, необхідний додатковий час — «з'ясовувальний період» — 0,1 с.

У разі виникнення потреби в послідовному реагуванні оператора на сигнали, що дискретно з'являються, необхідно вибрати їх чергування, яке має бути не менше від часу збереження відчуття, рівного 0,2...0,5 с.

Критичною частотою миготіння (КЧМ) називається та мінімальна частота пробісків, за якої виникає їх злите сприйняття. Вона залежить від яскравості, розмірів і конфігурації знаків. За звичних умов спостереження КЧМ коливається у межах 15...25 Гц.

До часових характеристик зорового аналізатора належить і час адаптації, тобто зміна чутливості зорового аналізатора; він може змінюватися до 10^8 разів. Вирізняють дві форми адаптації: темнову (при переході від світла до темноти) і світлову (за зворотного переходу).

Досить тісно пов'язане з часовими характеристиками зорового аналізатора і сприйняття рухомих об'єктів. Мінімальна швидкість руху, що виявляється оком, залежить від наявності в полі зору фіксованої точки відліку. За наявності точки відліку абсолютний поріг сприйняття швидкості дорівнює 1...2 вугл. хв/с, без неї — 15...20 вугл. хв/с.

2.3.2. Слух

Частина інформації надходить до людини у формі звукових сигналів. Сприйняття звукової енергії здійснюється слуховим аналізатором людини. Останній уловлює форму хвилі, частотний спектр,

здійснює аналіз і синтез у визначених межах звукових подразників, виявляє і розпізнає звуки у великому діапазоні інтенсивності і частот.

Слуховий аналізатор дає можливість диференціювати звукові подразники і визначати напрям джерела звуку, а також віддаленість його від джерела.

Слуховий апарат людини сприймає чутний звук — коливання із частотою 16 Гц...20 кГц. Вухом найчутливіше до коливань в зоні середніх частот (1,4 кГц).

Основними параметрами звукових коливань є: інтенсивність, частота і форма, які відбиваються в слухових відчуттях, таких як гучність, висота, тембр.

Інтенсивність звуку оцінюється за звуковим тиском, вимірним у Вт/м^2 .

Діапазон тисків, що відчувається вухом, вельми широкий — від 10...12 до 100 Вт/м^2 . Для характеристики величин, що визначають сприйняття звуку, істотними є не стільки абсолютні значення інтенсивності звуку і звукового тиску, скільки їх відношення до порогових значень ($I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$ або $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$).

Такою одиницею є децибел (дБ):

$$N = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

де J і P — відповідно інтенсивність і рівень вимірюваного звукового тиску; J_0 і P_0 — їхні порогові значення.

Частота звукових коливань вимірюється в герцах (Гц). Один герц — частота коливання, період якого дорівнює одній секунді. Особливе значення в чутному людиною частотному спектрі мають частоти від 200 до 3500 Гц, які відповідають спектру людської мови.

Гучність — суб'єктивний вплив від дії звукових коливань на органи слуху, який залежить від інтенсивності звуку (або звукового тиску). Рівень гучності виражається у фонах, фон чисельно дорівнює рівню звукового тиску в децибелах для чистого тону частотою 1000 Гц.

У реальних умовах діяльності людині доводиться сприймати звукові сигнали на тому чи іншому фоні. При цьому фон може маскувати корисний сигнал, що ускладнює його виявлення.

2.4. Форми освоєння дійсності

Враження, які одержує людина у процесі відчуття, сприйняття, а також пов'язані з ними думки, емоції, дії, не зникають безслідно, а фіксуються і зберігаються в мозку. У разі потреби набутий досвід може бути відтворений і використаний у діяльності. Цьому сприяє пам'ять.

Пам'ять — це пізнавальний психічний процес, який відображає досвід людини за допомогою запам'ятовування, збереження та наступного відтворення.

Пам'ять — це віддзеркалення предметів і явищ дійсності в психіці людини в той час, коли вони вже безпосередньо не діють на органи чуття.

Пам'ять є підґрунтям психічного життя людини. Завдяки пам'яті людина може здобувати необхідні для діяльності знання, уміння та навички. Без пам'яті неможливий повноцінний розвиток ані особистості, ані суспільства.

Пам'ять — складова пізнавальної діяльності індивіда, причому не тільки чуттєвої, а й раціональної, що забезпечує його залучення до практичної діяльності (рис. 2.7).

Пам'ять — це складна система процесів, що здійснюють повний цикл перетворень інформації суб'єктом, та охоплює такі процеси, як запам'ятовування, збереження, відтворення і забування.

Процеси пам'яті треба розглядати в єдності: не тільки в зовнішніх зв'язках і взаємній обумовленості, а й у тісніших відносинах взаємного проникнення і закономірних переходах одного процесу в інший.

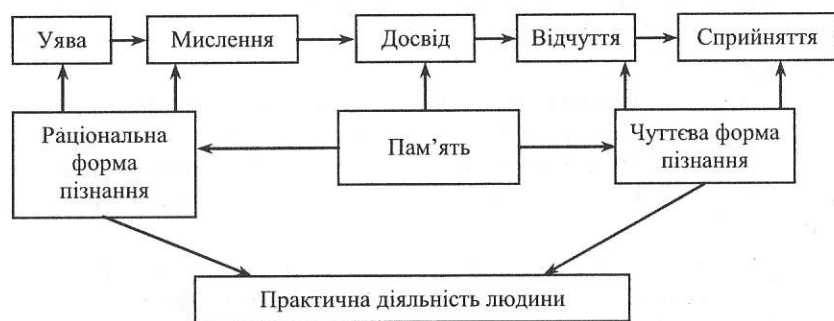


Рис. 2.7. Взаємозв'язок пам'яті з психічними явищами

Запам'ятовування — це процес закріплення образів сприйняття, уяви, мислення, дій, переживань і зв'язків між ними через контакти нових даних з набутим раніше досвідом. Процес запам'ятовування відбувається у формі довільного і мимовільного запам'ятовування.

Збереження — процес утримання в пам'яті відомостей, одержаних у процесі набуття досвіду. Великою мірою він залежить від якості і глибини запам'ятовування, використання матеріалу пам'яті у своїй діяльності. Без використання матеріалу пам'яті поступово забувається.

Відтворення — процес актуалізації знань, умінь, навиків, засвоєних у процесі запам'ятовування. В умовах спілкування людини з іншими людьми відтворення буває повнішим і точнішим порівняно з відтворенням в умовах індивідуальної діяльності.

Забування — процес, який призводить до втрати чіткості й зменшення обсягу запам'ятованого, і виявляється він у тому, що актуалізація набутих образів або думок стає важкою або взагалі неможливою.

Відмінності в рівні розвитку пам'яті значною мірою залежать від особливостей типів вищої нервової діяльності, яка передається людині в спадок. Проте не слід переоцінювати природні можливості особи, вони теж змінюються протягом життя. Рівень пам'яті залежить від тренування, уміння запам'ятовувати і пригадувати, від наявності досвіду подолання труднощів.

Класифікацію видів людської пам'яті за її різновидами подано на рис. 2.8.



Рис. 2.8. Різновиди пам'яті

Образна пам'ять полягає в запам'ятовуванні образів, уявлень про предмети і явища навколишнього світу, особливостей і зв'язків

між ними. Вона буває оптичною, слуховою, дотиковою, нюховою, смаковою залежно від аналізаторів, з якими пов'язано її походження.

Словесно-логічна пам'ять є специфічною людською пам'яттю, що базується на спільній діяльності двох сигнальних систем, в якій головна роль належить другій системі. Змістом словесно-логічної пам'яті є наші думки, поняття, що віддзеркалюють предмети і явища з їхніми загальними особливостями, внутрішніми зв'язками і відносинами.

Емоційна пам'ять — це запам'ятовування і відтворення своїх емоцій і відчуттів. Емоції сигналізують про потреби й інтереси, відображають наше ставлення до оточення. Емоційна пам'ять може бути сильнішою за інші види пам'яті.

Відчуття запам'ятовуються більш ґрунтовно і надовго, проте такі відчуття не безпредметні. Тому емоції запам'ятовуються не самі по собі, а разом з об'єктами, що їх викликають.

Рухова пам'ять полягає в запам'ятовуванні і відновленні людиною своїх рухів. Така потреба виникає в основному в практичній діяльності людини.

Короткочасна пам'ять характеризується швидким запам'ятовуванням матеріалу, негайним його відтворенням і коротким строком збереження.

Довготривала пам'ять базується на довгостроковій функції пам'яті, характеризується тривалим збереженням і дальшим використанням інформації в діяльності людини. Умови тривалого збереження інформації потребують достатнього часу для переробки і консолідації матеріалу, твердого запам'ятовування, багаторазового варіативного повторення, відновлення і використання під час виконання аналогічних завдань.

Оперативна пам'ять — запам'ятовування і відновлення інформації в міру потреби в досягненні мети конкретної діяльності або окремих операцій. Після виконання діяльності матеріал пам'яті має відразу ж забуватись, інакше він може негативно впливати на наступні операції.

Довільна пам'ять полягає в запам'ятовуванні й відновленні без спеціальної мети його запам'ятовувати або згадувати.

Мимовільна пам'ять — це запам'ятовування і відновлення, коли людина ставить перед собою мету запам'ятати, коли виникає потреба в умисному заучуванні.

Крім типів вирізняють індивідуальні особливості пам'яті (рис. 2.9).

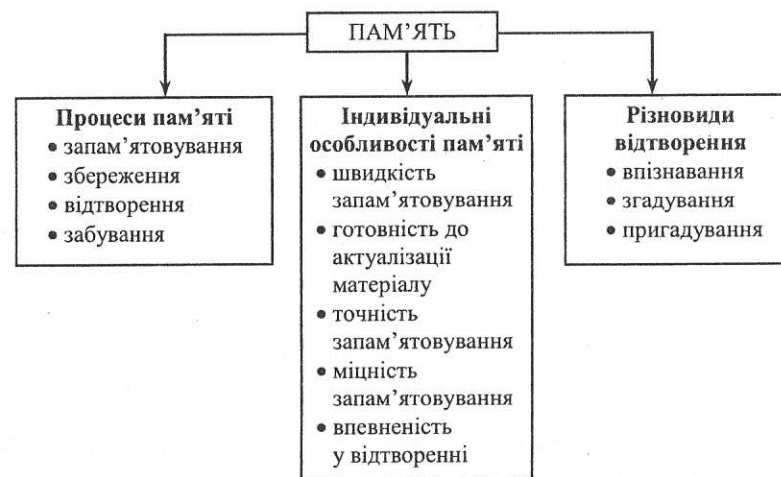


Рис. 2.9. Особливості пам'яті та її особливості

Дослідження свідчать, що одні люди ліпше запам'ятовують на слух (аудалісти), другі — візуально (візуалісти), треті — під час записування (кінестетики). Однак зауважимо, що «чисті» типи зустрічаються рідко. Здебільшого ми використовуємо всі види пам'яті залежно від завдань, які перед собою ставимо.

Найбільш цінна якість пам'яті — це її готовність, під якою мається на увазі здатність людини швидко витягувати з пам'яті те, що їй потрібно в даний момент часу, легкість відтворення відомостей, необхідних у кожному конкретному разі.

Продуктивність пам'яті — це її динамічна характеристика. На неї впливають багато причин, серед яких насамперед треба назвати запам'ятовування.

Продуктивність пам'яті як загальний сумарний ефект визначається низкою її властивостей, які виявляються у швидкості, точності, міцності запам'ятовування та готовності до відтворення.

Точність запам'ятовування — здатність відтворювати інформацію максимально наближено до, наприклад, тексту.

Міцність запам'ятовування виявляється у тривалості збереження вивченого матеріалу (або у повільності його забування).

Упевненість у відтворенні залежить від багатьох чинників: особливостей характеру людини, рівня знань, загальної ерудиції, вольових якостей тощо. Людина може бути начитаною й ерудованою,

але невпевненою, сором'язливою або закомплексованою, що знизить рівень відтворення.

Найменш продуктивним є механічне запам'ятовування, найбільш продуктивним — змістове (логічне): відношення їх один до одного дорівнює 1:25. Доброю є лише пам'ять з високорозвиненим змістом запам'ятовуванням.

Продуктивність пам'яті визначається скерованістю людини, її загальним розумовим розвитком, організованістю і системністю в набутті знань.

Загальними правилами формування пам'яті є: безперервність тренування пам'яті; логічність і емоційна насиченість матеріалу, що викладається; частота повторень; практична значущість того, що запам'ятовується.

Пізнання світу (сприйняття, відчуття, мислення, пам'ять) відбувається завдяки увазі, яка регулює кожен процес. Що ж таке увага? Це — форма психічної діяльності людини, завдяки якій вона скерує та зосереджує свідомість на одному об'єкті, одночасно абстрагуючись від інших.

Увага залежить від потреб, інтересів, цінностей особистості, які визначають її напрям, глибину і стійкість. Насамперед увага необхідна для пізнавальних процесів і розвитку розумових здібностей людини. До речі, увага студентів — це одна з основних умов успішного навчально-виховного процесу.

В основі будь-якої творчості лежить увава, без якої неможливо створити щось нове, оригінальне, знайти вихід із проблемної ситуації. *Увава* — психічний процес створення людиною нових образів на основі її попереднього досвіду.

Увава виконує цілу низку функцій:

- моделювання кінцевого результату діяльності людини і визначення засобів, необхідних для його досягнення;
 - створення сценарію поведінки людини, коли проблемна ситуація невизначена;
 - створення образів, які не програмують діяльність, а підміняють її;
 - формування абсолютно нового продукту (досі невідомого) тощо.
- Існує класичний поділ увави на види (рис. 2.10).

Що багатший досвід людини, що більш розвинуті її інтереси й потреби, то багатшою й різноманітнішою є увава. Саме увава демонструє неповторний світ кожної особистості і стимулює до подвигів та звершень.

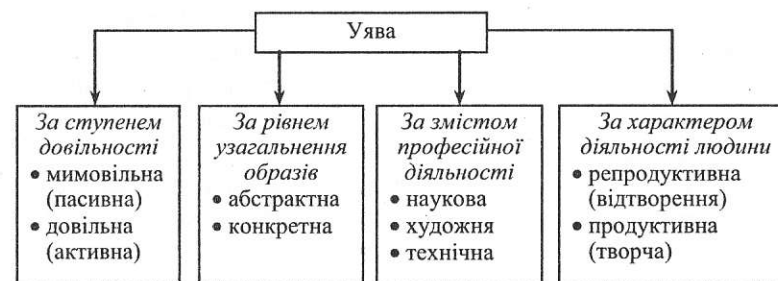


Рис. 2.10. Види увави

Діяльність і поведінка людини зумовлюються не тільки соціальними умовами життя, а й індивідуальними особливостями її психофізичної організації. Це виразно виявляється в темпераменті особистості. *Темперамент можна визначити як динамічну характеристику поведінки людини, сукупність її найбільш стійких індивідуально-психологічних особливостей.*

Зрозуміло, що немає темпераментів «гарних» або «поганих». Усі типи темпераментів мають як позитивні, так і негативні риси.

За всієї своєї важливості темперамент не розкриває того, чим керується людина у своїх діях та вчинках, як ставиться до своїх обов'язків, інших людей і до себе, але ці риси охоплює поняття «характер». Термін *характер* грецького походження і в перекладі означає риса, ознака, особливість.

Характер — це звична манера нашої поведінки, результат нашого життєвого шляху. Важливо те, що характер є динамічним, тобто ми маємо можливість змінити його за потреби, звичайно, доклавши великих вольових зусиль.

Характер — це цілісний компонент особистості, функція якого полягає в об'єктивізації її спрямованості у формі стійких рис, виражених у специфічних та відносно константних способах поведінки.

Отже, у цілому характер виступає як програма поведінки людини, що залежить від багатьох чинників: виховання в родині, світогляду, мотивацій та настанов, факторів зовнішнього впливу, свідомих вчинків.

Слід зазначити, що характер є основою особистості; це — складне й індивідуально-своєрідне поєднання рис людини, яке формується в процесі її розвитку під впливом умов життя та виховання і виявляється в її поведінці. Характер особистості тісно пов'язаний з

її інтелектом, емоціями, здібностями, волею та ін. Він виявляється в цілях, які ставить перед собою людина, у засобах їх досягнення, у ставленні особистості до оточення, суспільства, праці, інших людей і самої себе. У характері особистості закладені загальнолюдські, національні та індивідуальні риси.

Здібності — це синтез індивідуально-психологічних можливостей особистості, що є умовою успішного здійснення певної діяльності.

Рівень розвитку здібностей залежить від:

- якості знань і вмінь, від міри їх об'єднання в єдине ціле;
- природних задатків людини, особливостей її психічної діяльності;
- більшої чи меншої «тренуваності» самих мозкових структур, які беруть участь у здійсненні пізнавальних і психомоторних процесів.

Здібності залежать від досвіду. Брак потрібних знань та вмінь затримує розвиток і вияв здібностей. Кожна здібність являє собою синтетичну властивість людини, яка охоплює цілу низку окремих властивостей у певному їх поєднанні. До цих властивостей належать уважність людини, спостережливість, певні якості пам'яті. Особливо важливу роль у структурі здібностей відіграє здатність людини мислити, розкривати безпосередні зв'язки предметів і явищ об'єктивної дійсності. Отже, усе, чим володіємо від природи, ми здобуємо спочатку як можливість, а потім реалізуємо її в дійсність.

2.5. Методи оцінки психофізіологічного стану людини

Багато видів діяльності людини тією чи іншою мірою є сукупністю різних видів сенсомоторних реакцій. Час реакції можна використовувати як один з показників психофізіологічного стану людини або її готовності до виконання певного виду діяльності.

Психофізіологічний стан людини в процесі її робочої діяльності становить невід'ємну частину оцінки якості функціонування системи. Людині в сучасних системах доводиться сприймати інформацію й реагувати на неї в стислі терміни, що не завжди відповідає фізіологічним можливостям організму.

В умовах дефіциту часу зміна функціонального стану людини відбувається як нестационарний випадковий процес, якому відповідає

дає модифікована функція серцевого ритму, яку можна подати у вигляді:

$$f(t) = a_0 + a_1 t + X_0(t),$$

де a_0, a_1 — параметри, що підлягають визначенню; $X_0(t)$ — стаціонарний випадковий процес із нульовим математичним очікуванням.

Параметри a_0, a_1 визначаються з умови

$$F(a_0, a_1) = \min.$$

Числові значення a_0 і a_1 модифікованої функції серцевого ритму людини обчислюються на кожному з i фіксованих режимах діяльності, де $i = 1, 2, \dots, N$.

Безрозмірні значення параметрів моделі функціонального стану обчислюються за формулами:

$$a_{0i}^* = \frac{a_{0i} - \min a_{0i}}{\max a_{0i} - \min a_{0i}}, \quad a_{1i}^* = \frac{a_{1i} - \min a_{1i}}{\max a_{1i} - \min a_{1i}}.$$

Функціональний стан Φ людини, відповідний її відносній психофізіологічній напруженості, визначається як норма параметрів:

$$\Phi = \sqrt{(a_{0i}^*)^2 + (a_{1i}^*)^2}.$$

У фізичному змісті вираз для Φ відбиває напруженість людини, що супроводжує її робочу діяльність, причому визначає початковий рівень функціонального стану.

Оптимальна швидкість приймання і опрацювання інформації, що сприймається всіма видами рецепторів і аналізаторів людини, дорівнює 0,1... 5,5 біт/с.

Узгодженість потоку F_n інформації, що надходить з потоком F_0 інформації, що сприймається й опрацьовується людиною, визначається умовою

$$F_0 \geq F_n + F_p + F_n,$$

де F_m — мовна інформація і F_n — письмова інформація.

Потік F_n визначається виразом:

$$F_n = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^k I_i(A),$$

де $I_i(A) = n \log_2 \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2\gamma}$,

або $I_i(A)$ — кількість інформації, що формується i -м комплексом зовнішніх дій ($i = 1, 2, \dots, k$); t — час між двома посланнями інформації; n — кількість вимірюваних значень параметрів або точок контролю; $(x_{\max} - x_{\min})$ — діапазон зміни контрольованої величини; γ — похибка виміру; N — довжина алфавіту повідомлення.

Якщо виявляється, що $F_0 < F_n + F_m + F_p$, то людина припускається помилок або відмовляється розв'язувати завдання.

Здебільшого для опису якості діяльності застосовують критерій, що враховує як характеристики точності, так і своєчасність розв'язання завдання. Характеристики можуть по-різному залежати від стану людини, тому доцільно оцінювати кожну з них на основі тих чи інших значень параметрів.

Якщо стан людини характеризується набором параметрів, то залежність від них може бути апроксимована поліномом

$$\eta = P(\xi_1, \dots, \xi_k) = \theta_0 + \theta_1 \xi_1 + \dots + \theta_k \xi_k + \sum_{ij} \theta_{ij} \xi_i \xi_j.$$

Лінійна частина полінома відбиває залежність критерію якості від кожного параметра стану окремо. Квадратична частина враховує спільний вплив на критерій всіляких парних комбінацій параметрів. Для $N > k$ точність апроксимації залежності характеризується величиною

$$S^2 = \frac{1}{N-k} \left(\sum_{n=1}^N y_n^2 - \hat{\theta}_1 \sum_{n=1}^N y_n x_{1n} - \dots - \hat{\theta}_k \sum_{n=1}^N y_n x_{kn} \right),$$

де y_n — спостережувані значення (t) η в моменти часу t_n ; x_{1n} — значення $\xi_1(t)$ у зазначені моменти.

Показник якості роботи людини може бути поданий у вигляді:

$$\eta^* = \frac{\sum_{i=1}^{k_1} X_i^{(\eta_1)} K_i^{(\eta_1)}}{k_1} + \frac{\sum_{j=1}^{k_2} [M_j^{(\Delta \eta_2)} + 3\sigma_j^{(\eta_2)}] K_j^{(\eta_2)}}{k_2},$$

де k_2 — кількість заданих основних параметрів, що визначають тимчасові характеристики даного режиму діяльності; k_1 — кількість основних параметрів, що визначають точність виконання операцій; $X_i^{(\eta_1)}$ — моментні відхилення основних параметрів керованого процесу у визначених точках; $M_j^{(\Delta \eta_2)}$, $\sigma_j^{(\eta_2)}$ — статистичні показни-

ки, що відбивають середні відхилення j параметрів від заданих значень і їх варіантність; $K_i^{(\eta_1)}$, $K_j^{(\eta_2)}$ — вагові коефіцієнти, відповідні заданим точнісним і часовим параметрам керованого процесу; $(\eta_1), (\eta_2)$ — індекси, що відбивають належність вхідних у формулі параметрів до точнісних і часових характеристик керованого людиною процесу відповідно.

У деяких випадках передавальна функція людини має вигляд:

$$W(p) = \frac{ke^{-\tau p}(T_{\phi.p} + 1)}{(T_{i.op} + 1)(T_{н.м.p} + 1)},$$

де $T_{\phi.p}$ — коефіцієнт форсувальної ланки; $T_{i.op}$ — коефіцієнт інтегровальної ланки, обумовленої інерційністю опрацювання людиною вхідної інформації і прийняття рішення; $T_{н.м.p}$ — коефіцієнт інтегровальної ланки, обумовленої нервово-м'язовою затримкою реакції людини; τ — чисте латентне запізнювання, визначуване тренованістю людини-оператора; $\frac{T_{\phi.p} + 1}{T_{i.op}}$ — оператор, що характеризує ста-

білізуючі властивості людини в системі; $e^{-\tau p}$ — оператор, що враховує природну затримку реакції людини; $\frac{1}{T_{н.м.p} + 1}$ — оператор, що

відбиває динаміку нервово-м'язової системи людини.

Використання такого виду передавальних функцій для опису діяльності людини, що управляє, дозволяє наочно подати фізичну суть її різних характеристик як активного елементу системи управління.

Оператор $\frac{k(T_{\phi.p} + 1)}{T_{i.op} + 1}$ характеризує здатність людини змінювати

свої динамічні властивості згідно з особливостями конкретного керованого об'єкта і характером вхідних сигналів. Інерційність людини-оператора $\frac{1}{T_{i.op} + 1}$ пояснюється необхідністю узагальнення ін-

формації, що сприймається людиною. Оператор $(T_{\phi.p} + 1)$ характеризує здатність людини запобігати розвитку процесу управління (регулювання). Зміною сталої $T_{i.op}$ людина прагне компенсувати інерційність об'єкта управління і власну інерційність.

Конкретні структури передавальної функції людини і числові значення її параметрів можна зазначати лише для визначених за-

вдань. Слід зауважити, що значення цих параметрів залежать від стану людини, і тому в багатьох завданнях управління, регулювання і контролю їх треба розглядати як випадкові величини. При цьому визначаються закони розподілу поданих величин, і дані завдання розв'язуються методами статистичного моделювання.

Отже, описані методи дають змогу оцінювати та прогнозувати якість діяльності людини за характеристиками психофізіологічного стану, що реєструються безпосередньо до виконання роботи, у припущенні, що її стан у процесі роботи істотно не змінюватиметься.



Питання для самоперевірки

1. Що таке відчуття? Назвіть його основні характеристики.
2. Охарактеризуйте основні види відчуттів.
3. Порівняйте два процеси чуттєвого пізнання — відчуття і сприйняття:
а) виявіть спільні риси; б) зазначте відмінності.
4. Складіть типологію сприйняття за параметрами: а) простору; б) часу; в) руху.
5. Дайте характеристику основним видам пам'яті.
6. Які ви знаєте способи і методи довільного запам'ятовування?
7. Охарактеризуйте основні операції мислення, поясніть їх суть.
8. У чому виявляється взаємозв'язок мислення й мовлення?
9. Назвіть основні властивості уваги та розкрийте їхню сутність.
10. Визначте, що таке уява, та проаналізуйте її функції.
11. Що таке характер? Назвіть основні форми вияву характеру.
12. Назвіть характерні ознаки здібностей.



Розділ 3

СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТРУДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АВІАЦІЙНИХ ФАХІВЦІВ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

3.1. Сутність і структура діяльності

Діяльність — специфічно людська, регульована, свідомо активність, породжувана потребами і спрямована на пізнання й перетворення зовнішнього світу і самої людини.

Діяльність як психологічний процес є складним структурним утворенням, в якому відбувається взаємодія різних елементів, а дія — це основний елемент діяльності. Вирізняють фізичні (зовнішні, моторні) дії з предметами та інтелектуальні (внутрішні, психічні) дії. Дія являє собою цілеспрямовану активність людини, скеровану на певний об'єкт з метою оволодіння ним або його вдосконалення.

Діяльність відбувається тільки у вигляді дій. Проте діяльність і дії як психічні процеси — не тотожні поняття, тому що сама дія може бути складовою різних видів діяльності, і водночас діяльність може вміщувати різні дії. Безумовно, успішна діяльність можлива лише за певних умов. Структуру діяльності можна зобразити за допомогою блок-схеми (рис. 3.1).

Праця як колективна спільна діяльність людей неможлива без спілкування. Об'єктивні відносини і зв'язки між працівниками реалізуються як суб'єктивні міжособистісні відносини. Спілкування — це багатоплановий процес розвитку контактів між людьми, обумовлений потребами спільної діяльності. Воно передбачає обмін інформацією, діями й результатами діяльності, а також сприйняття людини людиною.

Спілкування є центральною проблемою сучасної психології, кризь призму якої вивчаються процеси міжособистісної взаємодії.



Рис. 3.1. Блок-схема структури діяльності

Спілкування — це міжособистісна та міжгрупова взаємодія, основу якої становить пізнання одне одного й обмін певними результатами психічної діяльності (інформацією, думками, почуттями, оцінками тощо). Інакше кажучи, спілкування — це взаємодія двох або більше людей, спрямована на узгодження й об'єднання зусиль з метою налагодження взаємин та досягнення загального результату. Наш час — це час комунікацій. Кожен з нас має визначені особисті потреби, які можуть бути задоволені лише у взаємодії. Зазначимо, що сам процес комунікації — це зв'язок між людьми, у результаті якого відбувається взаємовплив.

З метою поліпшення інформування людей на даному етапі дедалі ширше використовуються технічні засоби, зокрема комп'ютери, і в цьому, безперечно, вбачається прогрес. У зв'язку із цим зростає актуальність проблеми підготовки майбутніх інженерів до спілкування в нових умовах.

В єдиному процесі спілкування працівників вирізняють три аспекти:

- комунікативний — обмін інформацією;
- інтерактивний — обмін знаннями, ідеями, діями;
- перцептивний — сприйняття, пізнання, взаєморозуміння.

В єдності цих трьох аспектів спілкування є способом організації спільної діяльності та людських взаємин.

Неодмінні психологічні ознаки праці такі:

– свідоме передбачення результату праці у вигляді образів, моделей, знань;

– усвідомлення працівником обов'язковості досягнення соціально значущої мети завдяки реалізації засвоєної програми дій та відповідальності за досягнення соціального результату;

– свідомий вибір, застосування, удосконалення знарядь і методів праці, що вимагає від працівника активізації пізнавальних процесів, професійного зростання, зацікавленості в інноваціях;

– усвідомлення працівником міжособистісних виробничих відносин, які виявляються в організації виробництва, управління та праці, формальних і неформальних комунікаціях, почутті причетності до організації, розумінні свого місця в реалізації її стратегічних цілей та залежності доходів від вкладеної праці.

Ефективність праці оцінюється параметрами результатів — кількісними і якісними показниками. Найважливішими з них є продуктивність, якість, надійність, які великою мірою залежать від трудового потенціалу працівника.

Трудовий потенціал людини характеризується її працездатністю, рівнями освіти й професійно-кваліфікаційної підготовки, знаннями, навиками, здібностями, ставленням до праці, ініціативністю, активністю, організованістю.

Важливою передумовою раціональної праці є освоєння найрізноманітніших звичок, умінь і навиків.

Уміння — заснована на знаннях і навичках готовність людини успішно виконувати ту чи іншу діяльність (рис. 3.2).

Звички — схильність людини діяти певним чином. До речі, на відміну від навиків, звички можуть деякою мірою свідомо контролюватися людиною.

Навики — частково автоматизоване виконання і регулювання дій людиною. Навики формуються в процесі багаторазового, цілеспрямованого повторення тих самих дій з метою їх удосконалення.

У процесі праці функціональне напруження людини зумовлюється двома видами навантажень: м'язовими і нервовими.

М'язові навантаження виявляються у вигляді динамічних рухів і статичних напружень, а нервові — у вигляді розумових, емоційних та сенсорних (на органи чуття) навантажень.

Співвідношення затрат м'язової та нервової енергії, виконавських і творчих функцій, механічних дій і операцій мислення у трудовому процесі характеризують зміст праці.

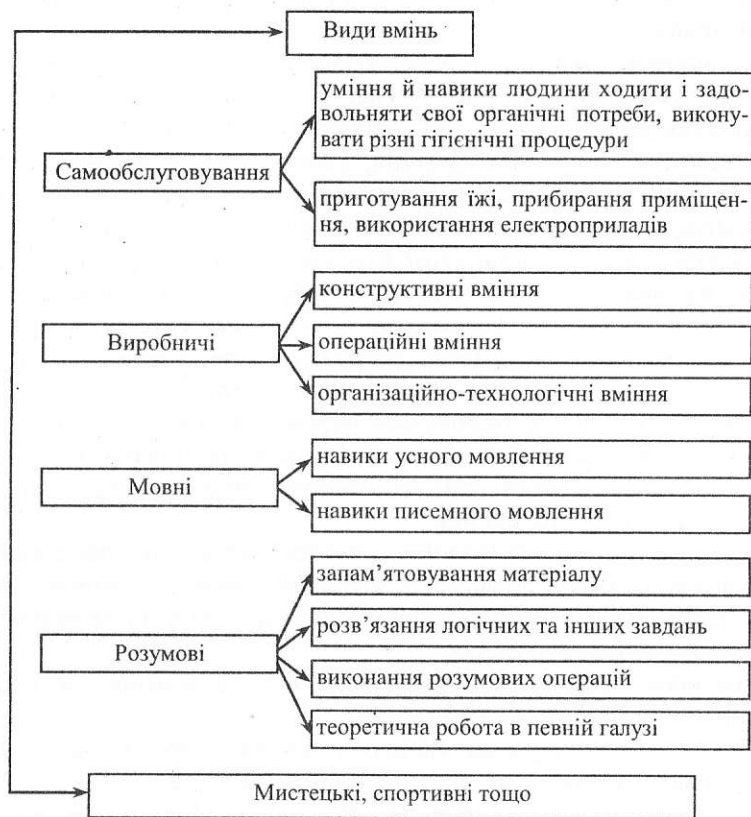


Рис. 3.2. Види вмінь

Зміст праці обумовлюється технікою, технологією, організацією виробництва, тобто рівнем розвитку продуктивних сил суспільства. Характеристика праці за її змістом пов'язується також з оцінкою рівня розвитку працівника.

Отже, зміст праці відбиває рівень розвитку речових і особистісних елементів виробничого процесу. Так, застосування простих знарядь праці супроводжується приведенням їх у дію за допомогою

м'язової сили людини. Це — фізична праця, характерною рисою якої є безпосередній контакт людини з предметом праці за порівняно простої програми дій та великого напруження фізичних сил.

Характерною рисою робіт, коли кожний робітник, виконуючи окремий цикл робіт і функції, обмежується простими операціями з обслуговування АТ, є монотонність.

Послідовна автоматизація виробничих процесів приводить до того, що основними функціями людини стають спостереження, контроль і регулювання на основі сприймання та опрацювання інформації. Суто виконавські функції доповнюються плануванням, розрахунками, використанням креслень, що висуває вищі вимоги до кваліфікації працівника.

Авіаційний фахівець стає складовою ланкою системи «людина — техніка — середовище». Його праця характеризується великими навантаженнями на органи чуття; вищі психічні функції — пам'ять і мислення — вимагають напруженої уваги та волевих зусиль. Оскільки працівникові доводиться регулювати й контролювати величезні потоки енергії та інформації, складні системи технологічних процесів, то значно підвищується рівень його відповідальності, що посилює нервово-емоційне напруження. Останнє часто може зумовлюватися тим, що швидкість надходження та обсяги інформації перевищують можливості людини щодо сприйняття, опрацювання, прийняття й реалізації рішення.

Кожний вид праці вимагає вибіркової, специфічної психічної активності працівника, пов'язаної з пізнанням, спілкуванням, ініціативністю, відповідальністю тощо. У творчій діяльності активізація пізнавальних процесів набуває дослідного характеру, здійснюється на основі формування нових дедалі складніших програм і нестандартних стратегій.

Організація праці як колективної діяльності людей ґрунтується на врахуванні групових соціально-психологічних процесів, в основі яких лежать потреби, інтереси, мотиви, комунікації, соціальні норми, соціальний контроль, лідерство і підпорядкування.

Важливою умовою проектування раціонального трудового процесу є визначення кількості і структурного складу операцій, з яких він складається, залежно від рівня механізації, технології, спеціалізації і поділу праці. Проектування трудових операцій полягає не в механічному поєднанні елементарних робочих рухів і дій з метою скорочення часу на їх виконання, а в злитті їх у єдину систему за

законами виробничої доцільності й рефлекторної саморегуляції. Доведено, що не всяка мінімізація часу на виконання трудових рухів вигідна, оскільки часто призводить до невиправданого збільшення затрат енергії працівника і, зрештою, до зниження ефективності праці. З огляду на це саме раціоналізацію трудових рухів покладено в основу оптимізації трудових операцій і процесів.

3.2. Характеристика і динаміка працездатності

Працездатність людини є функцією багатьох змінних, залежить від вихідного функціонального стану людини та дії факторів зовнішнього середовища загалом і виробничого зокрема.

У зв'язку із цим для її оцінки використовується система різних показників, які характеризують як кількісні і якісні результати роботи, так і функціональний стан працівника.

Для оцінки працездатності застосовуються три групи показників, які характеризують результати виробничої діяльності, фізіологічні зрушення і зміни у психічних функціях людини в процесі праці. Це — виробничі, фізіологічні й психологічні показники.

До виробничих показників належать:

- продуктивність праці — виробіток продукції за одиницю часу;
- трудомісткість праці — витрати часу на виробничу операцію;
- якість роботи (продукції) — наявність браку;
- втрати робочого часу і простої устаткування з вини працівника.

Зазначимо, що якісні показники роботи більш інформативні для оцінки працездатності, оскільки вони великою мірою залежать від функціонального стану працівника і раніше знижуються у зв'язку з утомою, ніж кількісні показники.

До фізіологічних показників належать:

- величина енергозатрат;
- частота пульсу, ударний і хвилинний об'єм крові;
- м'язова сила;
- м'язова витривалість;
- час сенсомоторних реакцій;
- частота дихання, легенева вентиляція, коефіцієнт споживання

кисню;

- сила, рухливість, урівноваженість процесів збудження і гальмування;

- температура шкіри.

До психологічних показників відносять:

- увагу (концентрація, переключення, розподіл);
- мислення;
- пам'ять;
- сприйняття;
- емоційно-вольове напруження.

Оцінка працездатності за виробничими показниками ґрунтується на застосуванні економіко-статистичних методів, хронометражних спостережень, фотографії робочого дня і на використанні устаткування, фотохронометражі, самофотографії.

Виробничі показники характеризують ефективність праці і опосередковано — рівень працездатності. Це обумовлено тим, що продуктивність праці й функціональний стан працівника протягом робочої зміни змінюються різноспрямовано. Так, продуктивність праці наприкінці зміни може підвищитись або зберігатися на високому рівні, тимчасом як функціональний стан поступово погіршується. Продуктивність праці починає знижуватися в результаті значного розвитку втоми, оскільки на початкових її стадіях має місце компенсація завдяки резервним можливостям організму. У зв'язку з цим особливе значення має вивчення динаміки функціонального стану за допомогою фізіологічних методів. На основі виробничих, фізіологічних, психологічних показників, визначених за кожну годину роботи, будують криві працездатності. Кривою працездатності називають графік зміни виробничих і психофізіологічних показників протягом робочого дня, доби, тижня, року. Криві працездатності будують як за кожним показником, так і за інтегральним.

Узагальнена крива працездатності людини протягом робочого дня дістала назву «класичної кривої» і характеризується чітко визначеними фазами (рис. 3.3).

Фазами працездатності називаються зміни функціонального стану організму людини в процесі діяльності. Протягом зміни в динаміці працездатності виділяються кілька фаз.

Передробочий стан, або фаза мобілізації енергетичних резервів — підвищення тону центральної нервової системи перед виконанням роботи. Це перехідний період між станом спокою і робочим станом, який називається оперативним спокоєм. Він характеризується підвищенням лабільності і порогів збудливості нервових центрів і являє собою не пасивну бездіяльність, а спеціальне обмеження актів

дії. Стан має дуже важливе значення для виконання роботи, оскільки формує оптимальний вихідний рівень функціонального стану організму працівника.



Рис. 3.3. Типова крива працездатності протягом робочої зміни:
а — впрацювання; *б* — стійка працездатність; *в* — зниження працездатності; *г* — емоційний порив

Фаза впрацювання, або стадія зростаючої працездатності — це період, протягом якого відбувається перехід від стану оперативного спокою до робочого стану. Вона характеризується переходом функцій на новий, більш високий рівень інтенсивності. Зокрема, в організмі посилюються обмінні процеси, устанавлюється координація між нервовими центрами і робочими органами через формування домінанти і засвоєння ритму. На початку цієї фази спостерігаються певна напруженість фізіологічних функцій і порівняно невисокі виробничі показники праці. Причина такого стану в тому, що на працівника справляють вплив різні побічні фактори, і побічна функціональна система досить стійко захоплює мозок. Основна функціональна система ще не стала домінантою, і між ними відбувається нейрофізіологічний конфлікт, що виявляється в неточності трудових рухів, наявності зайвих і помилкових дій. У міру переборення нейрофізіологічного конфлікту завдяки координаційній функції мозку працездатність людини підвищується, поліпшується якість роботи, а трудовий акт стає домінантною реакцією. Тривалість фази впрацювання може бути різною, оскільки залежить від багатьох чинників. Так, що інтенсивніша робота, то швидше завершується фаза впрацювання. На важких ручних роботах період впрацювання становить 20...25 хв; під час виконання легких точних робіт — 1...1,5 год, а в розумовій праці — 1,5...2,5 год.

На тривалість фази впрацювання впливає вік працівника.

У молодих працівників вона коротша, ніж у осіб середнього і старшого віку, оскільки у них вища збудливість нервових центрів і швидше активізуються обмінні процеси. Значний вплив на прискорення фази впрацювання справляють досвід, тренуваність, емоційний стан і ставлення людини до праці.

Фаза стійкої працездатності, або стійкого стану, характеризується найвищою для конкретного працівника продуктивністю праці. На цій фазі встановлюється оптимальний режим роботи організму, який виявляється в певній стабілізації показників фізіологічних і психічних функцій, рівновазі між утворенням і виведенням продуктів розпаду, між кисневою потребою і кисневим споживанням. Для фази стійкої працездатності характерні високі виробничі показники за оптимального напруження фізіологічних функцій.

Фаза розвитку втоми починається через 3...4 год від початку роботи і характеризується зниженням виробничих показників за наростання напруженості фізіологічних функцій організму. Людина відчуває стомлення, яке посилюється відчуттям голоду.

Зазначені фази працездатності повторюються в другій половині робочого дня. Проте вони мають певні особливості. Так, фаза впрацювання за тривалістю коротша, а рівень працездатності на фазі стійкого стану нижчий, ніж у першій половині робочої зміни. Стадія розвитку втоми починається раніше, а працездатність більш прогресивно зменшується.

У деяких випадках наприкінці робочої зміни можливе підвищення працездатності людини внаслідок суто емоційних факторів. Ця фаза в динаміці працездатності дістала назву «емоційного, або прикінцевого, пориву».

Після закінчення роботи настає період відновлення показників фізіологічних функцій організму і працездатності. Припинення трудової діяльності в певний період супроводжується посиленням фізіологічних функцій — вентиляції легень, серцево-судинної діяльності, тепловіддачі з поверхні тіла, підвищенням збудливості нервових центрів. Тривалість відновлювального періоду може бути різною залежно від важкості роботи, величини зрушень у функціонуючих фізіологічних системах.

Крива працездатності може мати деякі відмінності залежно від важкості й умов праці, режиму праці й відпочинку, організації виробництва, самопочуття працівника протягом робочої зміни.

Урахування особливостей динаміки працездатності в конкретних виробничих умовах на основі таких виробничих показників, як виробіток продукції за одиницю часу, час виконання операції, якість продукції в динаміці робочого дня, довільні перерви на відпочинок під час роботи, дає можливість розробляти заходи з оптимізації працездатності. Однак ефективнішими ці заходи будуть тоді, коли враховуватиметься добова і тижнева динаміка працездатності.

Для фізіологічних систем організму характерні специфічні добові зміни. Так, удень фізіологічні процеси характеризуються більшою інтенсивністю, ніж уночі. У нічний час сповільнюються обмінні процеси, послаблюється діяльність системи кровообігу і т. ін.

Комплекс заходів щодо підвищення і збереження працездатності працівників на оптимальному рівні реалізується в техніко-організаційному, соціально-економічному, санітарно-гігієнічному, медико-біологічному, психологічному напрямках.

Потужним фактором високої працездатності і продуктивності праці є оптимізація трудових навантажень на основі механізації й автоматизації виробничих процесів, удосконалення технології, скорочення і ліквідації важкої ручної праці. Доведено, що за правильної організації праці на легких роботах спостерігається найбільша тривалість фази стійкого стану, а на важких роботах вона коротка.

Високий рівень працездатності безпосередньо залежить від умов праці, оскільки поліпшення їх супроводжується зменшенням енергетичних затрат організму на подолання несприятливого впливу факторів виробничого середовища.

Важливим напрямком підвищення працездатності працівників є ритмізація трудових процесів, оптимізація темпу роботи. Особливе значення в підвищенні працездатності працівників має створення сприятливого соціально-психологічного клімату в організації, високий рівень мотивації праці, ефективна система стимулювання результатів діяльності, рівень життя в цілому й охорона здоров'я.

3.3. Втома і заходи запобігання перевтомі працівників

Втома визначається як тимчасове зниження працездатності внаслідок інтенсивної або тривалої роботи, яке виявляється в зниженні кількісних і якісних показників роботи і погіршенні координації робочих функцій. Фактори втоми різноманітні і пов'язані як із трудовою, так із позавиробничою діяльністю людини.

Вирішальне значення, проте, мають трудова діяльність, величина трудових навантажень і умови праці. Втома, яка розвивається під впливом трудової діяльності, характеризується як професійна, або виробнича, на відміну від загальної втоми, зумовленої життєдіяльністю людини. Слід зазначити, що втомленість працівника і величина втоми певною мірою залежать від таких індивідуальних особливостей людини, як фізичний розвиток, стан здоров'я, вік, інтерес до роботи і мотивація, вольові риси характеру, тип нервової системи.

Сучасні уявлення про втому базуються на центрально-нервовій концепції, яка, зокрема, наголошує, що джерело відчуття втоми перебуває виключно в центральній нервовій системі, а не в працюючих м'язах, як це вважалося раніше. Відкритий феномен ефекту активного відпочинку свідчить саме про стан працездатності нервових центрів.

Залежно від конкретних умов і характеру праці вирішальними можуть бути різні фактори втоми. Так, у процесі виконання динамічної і статичної роботи з локальними м'язовими навантаженнями переважають потоки збудження, які безпосередньо пов'язані з виконанням трудових рухів.

Силова робота і статичні напруження викликають швидку втому внаслідок інтенсивних потоків збуджень м'язів, які йдуть від коркових центрів під час формування вольових імпульсів до скорочення м'язів.

За напруженої розумової й нервово-емоційної праці збудження асоціативних зон кори за законами доміанти посилюється потоками імпульсів від різних аналізаторів та ретикулярної формації.

Робота нервових клітин супроводжується затратами енергетичних ресурсів, які за нормального стану організму відновлюються в процесі праці. Якщо робота інтенсивна або тривала, то затрати ресурсів збільшуються і недостатньо компенсуються відновлювальними процесами. Щоб запобігти надмірним затратам ресурсів і функціональному виснаженню нервових клітин, на зміну процесам збудження приходить процес гальмування, яке за біологічним значенням є охоронним, а за природою — безумовним. Під час гальмування клітина відновлює свій енергетичний потенціал.

Проте не слід ототожнювати процеси втоми і гальмування. Втома передує гальмуванню. Відповідний рівень функціональних затрат є одним з автоматичних внутрішніх збудників процесу гальмування.

Отже, втома являє собою цілісний процес, який охоплює всі рівні рухового апарату з лімітуючою корковою ланкою і виявляється в зниженні працездатності.

Причиною втоми є критична величина затрат функціональних ресурсів і формування нейрофізіологічного конфлікту між діяльністю і відновлювальними процесами, загострення якого супроводжується дискоординацією і дефіцитом тонізуючої нервової імпульсації.

Дискоординація розвивається в центральній нервовій системі, а виявляється в рухах, мисленні, сприйнятті, у функціонуванні внутрішніх органів.

Тож фізіологічна суть втоми полягає в зниженні лабільності нервової системи у зв'язку з затратами енергетичних ресурсів і розвитком процесу гальмування, унаслідок чого порушуються робочий динамічний стереотип і координація робочих функцій.

Поява гальмівного процесу в деяких групах нервових клітин викликає необхідність вольових зусиль у працівника для продовження роботи, що призводить до загострення нейрофізіологічного конфлікту між основною й відновлювальною функціональними системами.

Оскільки будь-яка праця є єдиним нервово-м'язовим процесом, то механізм втоми під час фізичної, розумової, нервово напруженої роботи не дуже різниться. У всіх випадках первинною ланкою втоми є коркові центри. Відмінність полягає лише в різних коркових аналізаторах.

Суб'єктивною ознакою втоми є відчуття втомленості, яке працівник відчуває як своєрідний психічний стан. Його компонентами є:

- відчуття знесилення, коли людина відчуває, що не в змозі як належить працювати далі;
- нестійкість і відволікання уваги;
- порушення в моторній сфері — рухи сповільнюються або, навпаки, стають поспішними, нескоординованими;
- погіршення пам'яті і мислення, особливо у виконанні розумової роботи;
- послаблення волі, рішучості, витримки, самоконтролю;
- сонливість.

Слід зазначити, що суб'єктивні оцінки втоми залежать від мотивації, заінтересованості в роботі, рівня прагнень і відповідальності, емоційного стану.

До об'єктивних критеріїв втоми належать:

- показники ефективності роботи;
 - зміни в різних фізіологічних системах і психічних функціях.
- Зрушення в психічній сфері внаслідок втоми виявляються в такому:
- погіршення сприймання подразників, внаслідок чого працівник окремі подразники зовсім не сприймає, а інші сприймає із запізненням;
 - зменшення здатності концентрувати увагу, свідомо її регулювати, посилення мимовільної уваги до побічних подразників, які відволікають працівника від трудового процесу;
 - погіршення запам'ятовування, труднощі пригадування інформації, що знижує ефективність використання професійних знань;
 - сповільнення процесів мислення, втрата його гнучкості, широти, глибини і критичності;
 - підвищена дратівливість, поява депресивних станів;
 - порушення сенсомоторної координації, збільшення часу реакції на подразник;
 - зміна збудливості сенсорної сфери кори (змінюється гострота зору, слуху);
 - чутливість може знижуватися до 20–40 % вихідного рівня.

Зауважимо, що ознаки і вияви втоми від фізичної і розумової та нервово напруженої праці мають певні особливості. Так, особливістю фізичної праці є те, що вона викликає напруження організму під час її виконання. За сильного напруження працювати далі стає неможливим, і виконання роботи автоматично припиняється, а організм відразу переходить у фазу відновлення працездатності. Відновлення сил відбувається інтенсивно й порівняно в короткий період. Нормальна фізична втома викликає глибокий, тривалий і освіжальний сон. Тому її можна розглядати як сформоване в ході еволюції біологічне пристосування організму до навантажень. Однак залежно від важкості роботи потрібен різний час на відпочинок.

Помірна розумова і нервово напружена праця може виконуватися досить довго, оскільки особливих зрушень у затраті енергії і роботі внутрішніх органів не спостерігається. Вона може виконуватися на фоні розвиненої втоми. Розумова праця не має чітких меж між напруженням організму під час роботи і переходом у фазу відновлення сил, оскільки сформована домінанта в корі головного мозку не руйнується після закінчення роботи, а зберігається деякий час.

Утома від розумової й нервово напруженої праці виявляється в зниженні концентрації уваги і зменшенні свідомого її регулювання, у погіршенні оперативної пам'яті й логічного мислення, сповільненні реакцій на подразники, треморі пальців і рук тощо. Численні дослідження свідчать, що нервове напруження впливає на серцево-судинну систему, підвищуючи артеріальний тиск і частоту пульсу, а також на терморегуляцію організму та емоційний стан працівника.

Відновлювальні процеси після розумової та нервово напруженої праці відбуваються повільніше, ніж після фізичної роботи. Несприятливі зрушення в організмі працівника часто не ліквідуються повністю й акумулюються, переходячи в хронічну втому або перевтому та різні захворювання. Найбільш поширеними захворюваннями працівників розумової та нервово напруженої праці є неврози, гіпертонія, атеросклероз, інфаркти й інсульти.

Боротьба з утомою в першу чергу зводиться до поліпшення санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища. Численні дослідження свідчать, що усунення загазованості, забруднення повітря, шуму, вібрації, нормалізація мікроклімату, раціональне освітлення, упровадження принципів естетики підвищують працездатність людини навіть тоді, коли характер роботи не змінюється. Так, за температури повітря в межах 26...30 °С працездатність зменшується наполовину порівняно з її рівнем за оптимальних умов.

Особливу роль у підтриманні працездатності і запобіганні втоми працівників відіграє ритм роботи, який підвищує стійкість робочого динамічного стереотипу. Порушення ритму в роботі викликає напруження нервової системи у зв'язку з необхідністю відновлення раніше засвоєного ритму. Аритмічна діяльність, коли незначні фізичні чи нервово-психічні навантаження змінюються форсованими зусиллями у високому темпі, дуже втомливі для працівника.

Збереження працездатності і віддалення розвитку втоми забезпечується також зміною видів роботи. Під час виконання іншої роботи в робочих апаратах, які раніше працювали, інтенсивно відбувається відновлення працездатності, зарядження нервових центрів енергетичними речовинами. Аналогічну функцію виконує й активний відпочинок.

Упровадження раціональних режимів праці й відпочинку залежно від важкості роботи є одним з основних організаційних заходів збереження працездатності і запобігання перевтоми працівників.

3.4. Запобігання монотонності та способи підвищення змістовності праці

Загальна тенденція в розвитку сучасної ЦА полягає в тому, що науково-технічний прогрес звільняє працівника від важкої фізичної праці і переключає його на виконання простих операцій з обслуговування систем АТ та обладнання.

Останнім часом загострилася проблема негативного впливу на людину новітніх технологій, пов'язаних, зокрема, з автоматизацією всіх функціональних сфер виробництва. Сюди належать автоматизовані завантажувально-транспортні системи, центри обробки та мережа для передавання інформації тощо.

Негативні наслідки новітніх технологій виявляються в:

- посиленні темпу роботи і монотонності;
- підвищенні шуму;
- ізоляції працівника в техногенному середовищі;
- обмеженні контактів унаслідок прив'язки до терміналів ЕОМ;
- розвитку несприятливих психічних станів;
- нервових навантажень за незначних фізичних.

Комп'ютеризація виробництва також перетворюється на складну проблему, яка вимагає врахування адаптаційних можливостей людини до дисплейної техніки і додержання відповідних вимог.

Позитивні результати використання дисплейної техніки пов'язані зі скороченням часу документообігу, підвищенням продуктивності праці. Професійний ризик для користувачів дисплеїв пов'язаний також з можливістю опромінення. Останнє знижує активність кори, заважає зосередженню уваги і сповільнює реакції. Серед операторів досить поширеними є такі професійні захворювання, як погіршення зору, м'язові болі, психічні й нервові розлади, хвороби серцево-судинної системи.

Отже, унаслідок науково-технічного прогресу зростають монотонність праці, нервово-емоційне напруження працівника, пов'язане як із сенсорною деривацією, так і з перевантаженням великим обсягом роботи, статичні навантаження і гіподинамія. Науково-технічний прогрес часто супроводжується надмірним розчленуванням технологічного процесу на прості операції або їх елементи.

Монотонна робота, як і всяка інша, викликає втому і появу відчуття стомленості. Саме це й обумовило наявність поглядів на проблему монотонності. Одні вчені розглядають її як різновид втоми.

Інші, навпаки, вважають монотонність самостійним явищем, незважаючи на схожість фізіологічного механізму втоми.

Спільним для монотонності і втоми є те, що вони впливають на працездатність і сприймаються як неприємне відчуття. Відмінність між ними полягає в такому:

– утома спричинюється важкістю роботи, а монотонність може бути під час виконання легкої, невтомливої роботи;

– утома є фазовим процесом у динаміці працездатності, а монотонність характеризується хвилеподібною кривою, тобто періодичними підвищенням і спадами;

– утома посилює психічне напруження, а монотонність послаблює його.

Отже, монотонія — неспецифічний стан, зумовлений негативними змінами в спрямованості особистості, який супроводжується переживанням одноманітності, що виявляється у формі апатії й нудьги, з наступним зниженням психофізіологічної і трудової активності.

Психічне перенасичення характеризується як емоційне психофізіологічне напруження, яке виникає у працівника на фоні вкрай негативного ставлення до одноманітної роботи і виявляється в намаганні припинити її, різкому зниженні ефективності праці.

– Стан перенасичення відповідає утворенню в корі головного мозку концентрованого збудження, яке індукує в інших відділах мозку гальмування. Однак тривале нагромадження збуджень у цій ділянці призводить до поступового виснаження нервових клітин і розвитку охоронного гальмування. Підтримання за допомогою волевих зусиль активності нервових клітин на фоні охоронного гальмування зумовлює появу в поведінці працівника різних негативних дій.

– Стан пониженої психічної активності виявляється в послабленні психічних функцій, зокрема уваги, у сповільненні швидкості процесів сприйняття, рухових реакцій, що призводить до втрати пильності, погіршення контролю і самоконтролю. Такий стан характерний переважно для робіт, які відзначаються сенсорною монотонністю. Швидкість реакції різко зменшується, і миттєва реакція стає неможливою, що створює психологічні передумови для аварій і виробничого травматизму.

– Нудьга за психологічним змістом являє відносно спокійне переживання працівником зниженого інтересу до роботи. Це пасив-

ний стан, який характеризується зниженням трудової активності, бажанням відволіктися, поговорити.

– Сонливість — постійний супутник деяких монотонних робіт, особливо небезпечна, коли від працівника потрібна напружена увага і висока пильність.

Тож реалізація творчих здібностей особистості, підвищення мотивації до праці завдяки так званому збагаченню праці набувають дедалі більшого значення на сучасному етапі.

Найрадикальнішим заходом є проектування раціональних трудових процесів і операцій на основі оптимального поділу праці. Завдання полягає в тому, щоб кожну операцію зробити змістовною, тобто такою, яка сприяла б розвитку в працівника творчого мислення. Основним принципом проектування раціонального трудового процесу (операції) є принцип збереження певної логічної завершеності і структурної цілісності виконуваної операції. Навіть за умов глибокої диференціації технологічного процесу необхідно встановлювати таку кількість елементів операції і послідовність їх виконання, яка б сприймалася працівником як логічно завершена одиниця.

Другим важливим принципом проектування трудового процесу є забезпечення достатнього енергетичного рівня операції. Спеціальними дослідженнями встановлено, що негативні психічні стани більшою мірою виявляються під час виконання тих робіт, які через незначну енергетичну наповненість не стимулюють функціональної активності організму. Якщо монотонна робота досить інтенсивна за затратами енергії, то нудьга, сонливість, психічне перенасичення можуть не виникати.

Запобігання монотонності і підвищенню змістовності праці сприяє укрупнення трудових операцій. Завдяки укрупненню операцій у працівника формується більш складний стереотип трудових дій, що позитивно позначається на стані психофізіологічних функцій. Досвід показує, що операція має складатися не менш як з 5–6 елементів за умови збереження цільового змісту.

Важливим засобом боротьби з монотонністю є чергування операцій, кожна з яких є монотонною. Науковим підґрунтям чергування операцій є ефект того, що за зміни діяльності активізується інша група нервових центрів, а в тих, що раніше працювали, ефективно відбувається «заправлення» енергією. Отже, принцип чергування операцій полягає в заміщенні й компенсації психофізіологічних функ-

цій, активізації інших м'язових груп, нервових центрів, зменшенні надмірного напруження працюючих м'язів.

Чергування операцій пов'язане із суміщенням професій і трудових функцій. Зазначимо, що оволодіння працівником другою і суміжними професіями крім подолання монотонності й посилення привабливості праці підвищує конкурентоспроможність працівника на ринку праці і мобільність на самому підприємстві.

Для організації монотонних робіт важливе значення має вибір темпу роботи.

Ефективним засобом боротьби з монотонністю є бригадно-групова форма організації потоку. Суть її полягає в тому, що бригада виконує операції всього циклу з ТО. У цьому разі трудовий процес менше розчленований і тісніше кооперований.

До факторів зменшення монотонності належать також психологічні заходи, покликані посилити внутрішні мотиви діяльності. Це, зокрема, психологічна стимуляція трудової діяльності способом постановки проміжних виробничих цілей, забезпечення працівників поточною інформацією щодо виконання роботи. Особливе значення мають залучення працівників до управління і розв'язання виробничих проблем, а також сприятливий соціально-психологічний клімат, створення умов для спілкування в процесі праці.

3.5. Конфлікти, способи запобігання їм та розв'язання

Конфлікт — це закономірне явище, оскільки люди по-різному сприймають світ, мають різні потреби, інтереси, вподобання, настанови тощо. Слід зважити й на те, що підґрунтям будь-якого конфлікту є конкретна ситуація.

Отже, конфлікт можна визначити як зіткнення протилежно спрямованих, несумісних одна з одною тенденцій у свідомості окремого індивіда, у міжособистісних стосунках індивідів чи груп людей, яке супроводжується негативними емоційними переживаннями.

У вивченні причин і структури конфлікту однозначності бути не може, оскільки не буває двох однакових за змістом і умовами конфліктних ситуацій. У рамках функціонального аналізу конфлікт доцільно розглядати поетапно, з позиції його виникнення, динаміки розвитку, функціонального значення і доцільності. Унаслідок своєї природи саме конфлікт може бути носієм як будівничих, так і руй-

нівних тенденцій, водночас бути добром і злом, приносити як благо, так і завдавати шкоди його учасникам.

До негативних функцій конфлікту належать ті, які призводять до психологічного дискомфорту особистості, її емоційного напруження, роздратування, нав'язування певних комплексів, браку життєвих стратегій і планів та навіть до руйнування (деградації) особистості. Проте конфлікти можуть нести в собі й потенціал численних несподіваних позитивних результатів, адже:

- сприяють самоаналізу особистості;
- спонукають до енергійного розв'язання життєвих проблем;
- розкривають наші прагнення й бажання, осмислення власних потреб, інтересів, пріоритетів;
- сприяють усвідомленню своїх взаємин з іншими людьми;
- допомагають долати депресію (виштовхують назовні гнів, тривогу, страх, сум, які ми тримаємо в собі).

За часовими ознаками конфлікти бувають нетривалі, тривалі та затяжні. Вони можуть бути керовані й некеровані, за результатами «корисності» — конструктивні, стабілізувальні, деструктивні. Залежно від кількості опонентів конфлікти бувають внутрішньоособистісні, міжособистісні та міжгрупові.

Недооцінювати або ігнорувати конфлікти не варто. Ліпше конфліктувати свідомо, спрямовуючи події в конструктивне русло. Викривлене сприйняття конфлікту призводить до реальної загрози потрапити в пастку власної упередженості.

3.6. Психологічні аспекти інженерної діяльності

Революційний техніко-технологічний розвиток останнього століття викликав підвищений інтерес не тільки до морально-етичних і професійних, а й до психологічних складових інженерно-технічної діяльності.

По-перше, економічна й технологічна модернізація, кардинальні зміни в структурі виробництва вимагають зовсім іншої якості інженерного корпусу, яка визначається не тільки рівнем освіти, кваліфікації, загальної культури, а й комплексом відповідних психологічних рис. Працівник має бути готовим до роботи в напружених, динамічних, часто стресових умовах із технічними системами підвищеного рівня складності, які потребують високої точності рухів,

уваги, зосередженості, швидкості реакції, вміння приймати рішення тощо.

По-друге, глобалізаційні процеси, що обумовили формування світових ринків праці, інтенсивну міграцію робочої сили, вимагають від інженерних кадрів високого рівня мобільності, комунікативності, адаптивності, вміння навчатися протягом життя, готовності до інноваційної діяльності.

По-третє, виробництво модерних технічних приладів і систем типу «людина—машина» незалежно від рівня їх автоматизації та інформатизації неможливе без урахування психологічних і фізіологічних особливостей працівників. Широкий і динамічний діапазон керованих процесів скоротив час виконання різноманітних технічних операцій за останні 10–15 років у 10–12 разів і створив умови для перенапруження людини, виснаження її психофізіологічних ресурсів. Високі вимоги сучасна техніка висуває до органів чуття, насамперед зору людини, а також її пам'яті, координації, стресової стійкості, вміння опрацьовувати великі масиви інформації в жорстких часових інтервалах.

Кількісний склад елементів контролю й управління в ЦА вже сягнув критичної для людини межі, що накладає відбиток на виконання професійних функцій. Як наслідок, зростає небаченими темпами кількість техногенних аварій і катастроф, що призводять до масової загибелі людей. А з іншого боку, спостерігаємо стрімке поширення професійних захворювань, спричинених виснаженням людського організму. (Варто нагадати, що 80 % аварій і катастроф на сучасному авіаційному транспорті відбуваються з вини людини.) Працівник транспорту, особливо той, що має стосунок до систем управління транспортними потоками, змушений бути одночасно і координатором, і програмістом, і прогностом, готовий миттєво виконувати складні математичні операції, і водночас зберігати високий рівень психофізіологічної стійкості, щоб забезпечити безпеку руху. До того ж розвиток технічних засобів безпосередньо веде до зростання соціальної відповідальності працівника за наслідки прийнятих рішень.

Сучасна практика доводить, що проблема психофізіологічної підготовки інженера до майбутньої професійної діяльності ставатиме надзвичайно важливою складовою діяльності технічних закладів освіти. Ця підготовка має передбачати такі елементи:

1. Професійний відбір людини, що за своїми психофізичними особливостями може працювати в тій чи іншій галузі (наприклад, транспортній і транспортних систем).

2. Розвиток і формування важливих для відповідної професійної діяльності психофізіологічних якостей (емоційна стійкість, зосереджена увага, розвинута пам'ять, тонкі м'язові відчуття, миттєва здатність змінити структуру рухових дій, швидко діяти в умовах ліміту часу, координувати свої рухи тощо).

3. Створення умов для зміцнення фізичного здоров'я, формування високого рівня працездатності, мобілізації до всіх необхідних фізичних і психологічних можливостей людського організму, формування високої стійкості організму до екстремальних факторів і ризиків на транспорті.

4. Морально-естетичне виховання спеціаліста, почуття відповідальності перед суспільством за свою працю та її наслідки.

У межах цілої низки дисциплін відбувається нагромадження знань і досвіду щодо ефективної підготовки авіаційного спеціаліста до майбутньої інженерної діяльності.

3.7. Класифікація функцій інженерно-технічного складу та мотивація дій

Предметним змістом функцій ІТС ЦА є здійснення сукупності заходів із планування, організації й технології проведення робіт з ТО АТ, розрахунку й планування оптимальних комплексів запасних частин, інструментів і засобів контролю, розрахунку необхідного складу й чисельності технічного обслуговуючого персоналу, збору й обробки даних щодо якості процесів ТО та розв'язання інших організаційно-технічних завдань, що належать до ТЕ АТ.

В обслуговуванні АТ бере участь велика кількість людей різних спеціальностей і різного рівня кваліфікації.

Кожен з них у тому чи іншому вигляді підготовки ПС виконує досить визначений комплекс робіт, який передбачено технологічним графіком або графіком контролю виконання робіт. Отже, усі спеціалісти взаємодіють не тільки з АТ, але й між собою.

Аналіз матеріалів обстеження діяльності інженерно-технічного складу на всіх рівнях дає змогу відокремити кілька основних функцій, що характерні для ІАС:

- планування роботи інженерно-авіаційної служби;
- організацію робіт на АТ і оперативне управління їх виконанням;
- контроль та аналіз виконання планів, оперативних завдань, керівних директив та вказівок;

- забезпечення АТ необхідними запасними частинами та майном;
- забезпечення спорядження й завантаження ПС відповідно до виконуваних завдань;
- організацію проведення заходів, що забезпечують надійну роботу АТ і БП;
- контроль стану техніки, пошук та усунення її несправностей;
- розосередження кадрового складу та організацію його технічної підготовки.

З урахуванням цих функцій, а також необхідної оперативності їх виконання, обсягу інформації, яка обробляється, і затрат праці на їх підготовку розв'язуються такі завдання:

- 1) облік існування і стану АТ і засобів її підготовки та ремонту;
- 2) облік витрат і залишку ресурсів, а також планування надходження авіаційної техніки на різні види ремонту;
- 3) управління підготовкою АТ до польотів;
- 4) облік виконання вказівок й директив з експлуатації АТ;
- 5) контроль існування та руху дефіцитного авіаційно-технічного майна, в тому числі фондів запасних частин;
- 6) збір і нагромадження інформації щодо несправностей АТ та аналіз надійності АТ;
- 7) контроль за ходом виконання дороблення АТ і рекламацияна робота;
- 8) оцінка технічного стану двигунів, агрегатів і систем на основі прогнозування змін параметрів виробів АТ в експлуатації;
- 9) контроль за технічним станом та діагностування виробів АТ, пошук несправностей;
- 10) контроль укомплектованості ІАС особовим складом та врахування рівня підготовки спеціалістів;
- 11) аналіз якості й показників роботи ІАС, строків підготовки АТ, затрат праці та ін.

Усі завдання можна поділити на три групи: інформаційні завдання; завдання диспетчеризації робіт; завдання, пов'язані з плануванням діяльності ІАС; завдання, пов'язані з виконанням обсягів робіт з ТО й контролю якості їх виконання.

Для розв'язання інформаційних завдань проводиться детальний облік витрат на ТО, контроль простоїв ПС, а також складається докладний архів технологічного обладнання і запасів. Облік напрацювання складних технічних систем дає можливість планувати заходи з їх ТО. Значна робота пов'язана зі збором, узагальненням та

аналізом відомостей щодо надійності технічних систем, якості ТО і заходів зі збереження льотної придатності ПС.

Облік несправностей, які виявлено під час виконання контрольних операцій, дозволяє найбільш кардинально розв'язати проблему вірогідності та об'єктивності зібраних вихідних даних, якими користуються для аналізу надійності і протоколів якості.

Наступну велику групу утворюють завдання диспетчерського типу, що дають можливість створювати технологічні графіки робіт з обслуговування й ремонту та контролювати хід їх виконання. Обробка накопичених у процесі їх розв'язання результатів дає змогу об'єктивно проаналізувати якість ТО й затрат праці на виконання різного роду операцій.

Пошук оптимальних варіантів ТЕ передбачає завдання планування підготовки ПС до польотів й спорядження ПС відповідно до польотних завдань; організації системи забезпечення запасними частинами; методі оцінки технічного складу об'єктів ТЕ, планування регламентних робіт, які виконуються в організаціях з ТО.

Залежно від ступеня ієрархії та виду виконання робіт склад ІАС може бути поділений на такі категорії: керівник; організатор; виконавець; контролер; диспетчер.

Керівники — це особи, які очолюють різні функціональні служби й підрозділи в організаціях з ТО АТ. Керівник, приймаючи рішення, повинен поєднувати свої особові здібності, форми, засоби та методи роботи з потребами колективу та об'єктивними тенденціями його розвитку. Форми й методи роботи оператора-керівника залежать від структури підприємства, хоча часто вони являються загальними. Керівник повинен всебічно враховувати конкретну обстановку, що склалася, а також групи різних факторів, які характеризують працю колективу. Коли немає стандартних ситуацій, потрібні ретельний аналіз становища й вироблення індивідуальних рішень. Зважаючи на те, що помилки керівника тягнуть за собою значні збитки, найбільш складним і відповідальним у праці керівника є прийняття правильного рішення.

Організатори — це майстри, бригадири, начальники змін, цехів.

Організатор — спеціаліст, який планує робочі завдання й керує комплексом робіт з підготовки ергатичних систем (ЕС) до виконання робочого завдання, у тому числі, через приведення ЕС до організаційного і працездатного стану. Специфічною особливістю діяльності організатора є зміщення акценту на оцінку інформації.

Організатор має декілька альтернатив, з яких вибирає одну на основі досвіду роботи. Найбільш важливою рисою організатора є здатність до правильного формування рішень з усебічним урахуванням усіх факторів, які впливають на якість ТО.

Виконавець — це авіаційний спеціаліст, який виконує функції з підтримання й відновлення працездатності виробів АТ і використовує як засоби праці різні технічні прилади та виконує стандартні дії. Виконавець безпосередньо належить до технологічного процесу й чітко керується для регламентованих дій інструкціями, котрі містять, як правило, повний набір ситуацій. Головною особливістю діяльності виконавця є своєчасна ідентифікація об'єкта, що надається, набору типових рішень і вибір правильного рішення.

Сучасні системи АТ обслуговуються колективом виконавців, діяльність котрих координує *диспетчер*. Диспетчер бере безпосередню участь у технологічному процесі ТО АТ, його функціями є керування технічними засобами й управління спеціалістами, котрі забезпечують даний процес та якість його виконання.

Контролер — спеціаліст, який не бере безпосередньої участі у виробничо-технологічному процесі, але стежить за відповідністю продуктів праці встановленим нормативам, у тому числі перевіряє безвідмовність АТ й безпомилковість виконання проміжних операцій.

Роль авіаційного спеціаліста в ергатичній системі — ключова, і аналізувати його треба за всім комплексом якостей людини (мобільність, стійкість, безпомилковість, точність і своєчасність виконання робочого завдання); при цьому слід ураховувати зовнішні фактори, що впливають на якість робіт з ТО.

Для ефективного управління таким ресурсом, як люди, необхідно визначити параметри роботи, які можуть впливати на психологічний стан виконавців, тим самим мотивуючи або демотивуючи їх.

Мотивація — це процес спонукання кожного співробітника і всіх членів його колективу до активної діяльності для задоволення своїх потреб і для досягнення цілей організації.

Основні завдання мотивації:

– формування в кожного співробітника розуміння сутності і значення мотивації в процесі праці;

– формування в кожного керівника демократичних підходів до управління персоналом із використанням сучасних методів мотивації.

Усе, що людина робить, є усвідомленим. Проте усвідомленість виявляється іноді не в елементах дії, а в загальному характері, спрямованості її трудовій діяльності.

Загалом мотивація — це гіпотетичне поняття, яке не можна безпосередньо спостерігати; мотивацію треба розглядати як сполучну ланку між вимогами і спонуками, які впливають із ситуації, з одного боку, і поведінкою і прийняттям рішень, що стосуються цієї ситуації, — з іншого.

Мотивацію діяльності можна розглядати як невідповідність між тим, що людина може зробити, і тим, що вона робить реально.

В основі мотиваційної сфери особи лежать потреби. Стан потреби характеризується чіткою наочною спрямованістю. Потреби, властиві людині, можна поділити на базові, похідні і вищі.

Базові потреби — це потреби в матеріальних умовах і умовах життя, спілкуванні, пізнанні, діяльності й відпочинку.

Похідні потреби людини формуються на основі базових. До них належать естетичні потреби, потреби в навчанні.

Вищі потреби — це перш за все потреби у творчості і творчій праці.

Мотив — обґрунтування рішення на задоволення або незадоволення певної потреби в даному об'єктивному і суб'єктивному середовищі. Мотив є результатом мотивації і внутрішньою психологічною активністю, що організовує і планує діяльність і поведінку, які ґрунтуються на необхідності задоволення потреби.

В основі будь-якої діяльності лежить потреба, що психологічно виявляється як мотив, котрий може реалізуватись у ланцюзі інтересів, що психологічно змінюються, бажань, переконань і настанов.

Характеристиками інтересів є їх широта, глибина і стійкість.

Широта інтересів визначається кількістю об'єктів, сфер діяльності, які мають для особи стійку значущість.

Глибина інтересів показує міру проникнення особи у зміст досліджуваного об'єкта. Поверхневі знання в різних галузях діяльності свідчать про дилетантство особи.

Стійкість інтересів виявляється в тривалості збереження відносно інтенсивного інтересу.

Широта, стійкість і глибина інтересів повною мірою відбивають спрямованість розвитку можливостей особи.

Особливістю психічного життя людини є прагнення до того, аби в усій системі поведінки — поглядах, думках, прагненнях — існувала повна відповідність між усіма складовими.

З підвищенням ролі людського чинника з'явилися психологічні методи мотивації. В основі цих методів лежить твердження, що основним мотиваційним чинником є не тільки матеріальні стимули, але й нематеріальні мотиви, такі як самоповага, визнання з боку членів колективу, моральне задоволення і гордість за свою роботу.

Аналіз діяльності виконавця на робочому місці виявив, що можна контролювати параметри, що визначають якість виконання завдання:

- характер завдання, що його одержує фахівець;
- час одержання завдання та очікуваний час на його виконання;
- наявність засобів для виконання завдання;
- якість технологічних інструкцій з виконання заданої роботи;
- переконання у винагороді за успішну роботу;
- рівень залучення співробітників, пов'язаних із роботою.

Усі ці чинники залежать від керівника й, тією чи іншою мірою впливають на працівника, визначають якість і інтенсивність його праці.

На основі цих чинників можна застосувати два різних підходи до управління. Перший — це суто авторитарний стиль управління, який характеризується значною централізацією влади, жорстким контролем за наведеними раніше параметрами.

Другий підхід відповідає демократичному стилю управління і припускає делегування повноважень, поліпшення взаємовідносин у колективі, урахування відповідної мотивації виконавців і їхніх психологічних потреб.

Обидві теорії мають рівне право на існування, але внаслідок своєї полярності у чистому вигляді на практиці не зустрічаються. Як правило, у реальному житті має місце комбінація різних стилів управління.

Керівництво зацікавлене в тому, щоб співробітники творчо і з наснагою ставилися до своїх обов'язків. Однак у результаті певних чинників, зокрема таких як міра особистої відповідальності, взаємини з начальником, у працівника може виникнути розчарування у своїй діяльності. Це зазвичай буває викликано такими причинами:

- надмірне втручання з боку безпосереднього керівника;
- брак психологічної й організаційної підтримки;
- зневажання керівником інтересів підлеглого;
- неефективне рішення керівником службових проблем працівника.

Ці чинники викликають у працівника почуття приниженості, підривається почуття гордості за свою працю, невпевненість у собі, у стабільності свого службового положення і дальшому просуванні.

Непомітний ззовні процес втрати інтересу працівників до праці, їхня пасивність призводять до плинності кадрів. Керівник при цьому раптом усвідомлює, що йому доводиться вникати в найдрібніші деталі будь-якої справи, виконуваної підлеглим, що, останній не виявляє ні найменшої ініціативи, і ефективність організації падає.

Основні напрями підвищення мотивації — удосконалення організації праці, визначення цілей, розширення функцій, збагачення праці, застосування виробничої ротації і гнучких графіків, поліпшення умов праці.

Правильно встановлена ціль через формування скерованості на її досягнення служить мотиваційним фактором для працівника.

Розширення функції припускає урізноманітнення праці персоналу, тобто збільшення кількості операцій, які може виконувати фахівець. У результаті збільшується робочий цикл у кожного працівника, зростає інтенсивність праці. Застосування цього методу доцільне в разі недозавантаженості працівників і власного їх бажання розширити коло своєї діяльності, а інакше це може призвести до різкого опору з боку працівників.

Збагачення праці припускає доручення людині такої праці, яка б давала можливість зростання, творчості, відповідальності, самоактуалізації, включення до його обов'язків деяких функцій планування й контролю за якістю роботи. Цей метод доцільно застосовувати у сфері праці інженерно-технічних працівників.

Для авіаційних фахівців ліпше за все використовувати виробничу ротацію, яка передбачає чергування видів роботи і виробничих операцій, що характерно переважно для бригадної форми організації праці.

Поліпшення умов праці — одна з найгостріших проблем теперішнього часу. На етапі переходу до ринку зростає значимість умов праці як одної з найважливіших потреб людини. Умови праці є не тільки потребою, а й мотивом, який змушує працювати з певною віддачею, вони можуть бути одночасно і фактором, і наслідком певного виробництва й ефективності праці.

Ефективність методів управління, пов'язаних з оцінкою результатів діяльності кожного працівника, поступово підтверджується досвідом як іноземних, так і українських підприємств. Однак ті ме-

тоди атестації, що застосовуються в Україні, ще мають чимало недоліків. Коли від результатів атестації залежатиме розмір заробітної платні, тільки тоді ці результати опиняться в центрі загальної уваги. Утім сподіватися на появу абсолютно об'єктивних методів оцінки службової діяльності такого складного об'єкта, як людина, поки що не доводиться.

Отже, не існує єдиних методів мотивації персоналу, ефективних у всі часи і за будь-яких обставин. Вибір конкретного методу насамперед залежить від загальної стратегії управління персоналом, яку визначає організація.



Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте особливості системного підходу до вивчення діяльності.
2. Дайте класифікацію основних мотивів діяльності.
3. Проаналізуйте структуру діяльності.
4. Дайте характеристику основних процесів діяльності.
5. Зробіть порівняльний аналіз знань, навичок і вмінь.
6. Охарактеризуйте функції та форми спілкування, проаналізуйте його структуру.
7. Визначте роль спілкування в житті людини.
8. Що таке конфлікт? Визначте специфіку внутрішньо-особистісного, міжособистісного, міжгрупового конфліктів.
9. Охарактеризуйте такі феномени, як «здібності», «обдарованість», «талант». У чому виявляється вища міра талановитості?
10. Дайте характеристику концепції втоми.
11. У чому полягає біологічна і фізіологічна суть втоми?
12. У чому виявляються особливості розвитку втоми за різних видів праці?
13. Обґрунтуйте ефективність заходів щодо запобігання перевтомі.
14. Зробіть оцінку сучасних тенденцій у розвитку НТП з точки зору впливу позитивних і негативних наслідків на якість діяльності.
15. Які психічні стани переживає людина під час виконання монотонних робіт і в чому вони виявляються?
16. Дайте фізіологічне та психологічне обґрунтування заходів щодо запобігання монотонності і підвищення змістовності праці.



Розділ 4

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

4.1. Проблеми забезпечення якості робіт при технічному обслуговуванні авіаційної техніки

Упровадження сучасних методів діагностування приводить до розчленування технологічних процесів ТО, до більш вузької спеціалізації авіаційного персоналу. При цьому, насамперед зростають витрати на засоби контролю, збільшується кількість операцій з контролю технічного стану виробів, значно підвищується значимість результатів контролю й діагностування ТС об'єктів експлуатації. До того ж утворюються передумови для впровадження прогресивних методів ТО, усунення деяких видів технічного обслуговування АТ, що веде до скорочення простоїв ПС на ТО й підвищує ефективність їх використання.

З ускладненням бортових систем та автоматизації польотних процедур не тільки полегшується професійна діяльність авіаційного персоналу, але й зростає ціна за відмову АТ. У зв'язку з упровадженням нових технологій висуваються все нові вимоги до кваліфікації льотного складу й персоналу наземних служб. Тому зниження частки АП, зумовлених психофізіологічними особливостями діяльності людини в авіаційній системі, ще довго буде пріоритетним завданням спеціалістів з БП.

Так, управління ЦА Об'єднаного Королівства (UK CAA) опублікувало перелік недоліків ТО, які трапляються найчастіше. Відповідно до цього переліку до них за порядком значущості належать:

- неправильне складання компонентів та з'єднання не тих елементів;
- залишення на ПС сторонніх предметів;
- неправильно виконане змащування;
- незакріплені кожухи, кришки оглядових люків, обтікачів;
- не зняті перед вильотом чеки, що запобігають ненавмисному прибиранню шасі.

Розподіл інцидентів з вини інженерно-авіаційної служби надані на рис. 4.1, 4.2.

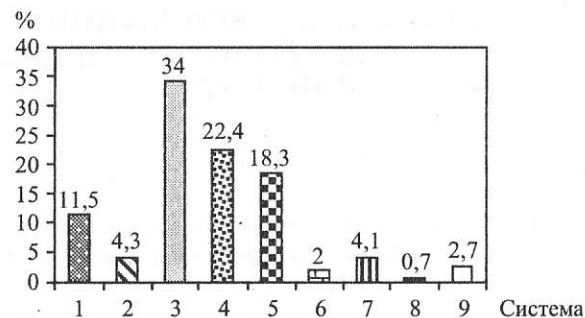


Рис. 4.1. Розподіл інцидентів за системами літака з вини ІАС:
1 — масляна система; 2 — паливна система; 3 — система шасі; 4 — планер;
5 — двигун та його агрегати; 6 — гідросистема; 7 — система реверсу; 8 — система протиобледеніння; 9 — автоматична бортова система керування



Рис. 4.2. Основні причини відмов з вини ІАС

З рис. 4.2 видно, що більша частина причин помилок обслуговуючого персоналу пов'язана з недисциплінованістю, — 57,6 %; 15,8 % — неякісне виконання кріпильних робіт; 13,8 % — незадовільне керування буксируванням ПС, під'їздом спецтранспорту до ПС; 11,9 % — потрапляння сторонніх предметів у двигун та ін. На жаль, велика кількість інцидентів виникає через низький рівень професійних знань спеціалістів — 25,9 % (з них 63 % помилок пов'язані з неякісним виконанням робіт з заміни агрегатів; 10,9 % — з неякісним виконанням регульовальних робіт і 21,8 % — із браком професійних знань спеціалістів). Призводять до виникнення інцидентів і недоліки технічної документації, пов'язані з недосконалістю технології ТО, неоднозначністю вказівок у керівних документах.

На основі інформації про помилки ІАС, котра бралася з актів розслідування, документів про причини АП та інцидентів, класифіковано помилки авіаційного персоналу за такими технологічними операціями (рис. 4.3).



Рис. 4.3. Розподіл умовної ймовірності залежно від технологічних помилок виконавців:

1 — несправність не виявлено; 2 — потрапив сторонній предмет; 3 — неправильно зібрано, встановлено (не встановлено) агрегат, вузол, деталь; 4 — встановлено агрегат (деталь), що не відповідає технічним умовам; 5 — не промито агрегат, вузол, деталь, не продуто трубки; 6 — не дотягнуто (перетягнуто) з'єднання; 7 — не законтрено з'єднання; 8 — не закрито замки, крани, кришки; 9 — неправильно відрегульовано агрегат; 10 — пошкоджено (зламано) агрегат, вузол, деталь під час ТО; 11 — не дозправлено систему, не змазано агрегат, не перевірено якість ПММ; 12 — не виконано бюлетень, вказівку, інструкцію

Із загального часу на ТО приблизно 87 % часу припадає на визначення несправностей систем, вузлів, агрегатів, деталей і тільки 13 % — на усунення їх. За даними досліджень від 25 до 35 % льотних подій та інцидентів у ЦА виникають з вини ІАС в основному через низьку якість ТО. За даними звіту робочої групи ІАА про якість ТО однією з головних причин зниження рівня БП (більш як 40 % загальної кількості відмов АТ) — це низька кваліфікація обслуговуючого персоналу.

Технологічні помилки технічного персоналу поділено на три групи залежно від їх впливу на експлуатаційну надійність технічної системи ПС. В табл. 4.1 подано розподіл умовної ймовірності помилки технічного персоналу виходячи із згрупованих видів технологічних операцій з ТО ПС.

Таблиця 4.1

Розподіл умовної ймовірності помилки виконавців за видами технологічних операцій

Вид технологічних операцій ТО	Умовна ймовірність помилки виконавців
Контроль та діагностування АТ	0,25–0,29
Усунення пошкоджень та відмов виробів АТ	0,28–0,34
Неякісне ТО АТ	0,38–0,46

Нині дедалі більше усвідомлюється особлива специфіка роботи авіаційного спеціаліста. Тож ще раз наголосимо, що нехтування потребами технічного складу, недостатня увага до створення сприятливих умов для якісного ТО, особливо до контролю за готовністю спеціаліста якісно виконувати підготовку техніки до даного конкретного польоту, призводить до зниження БП.

Керівництво авіаційної галузі усвідомило зростаючу роль технічного складу в забезпеченні БП, необхідність підтримувати високий моральний рівень технічного складу, підвищувати його майстерність та дисципліну. Посилена увага до розв'язання проблем технічного складу підтверджується підвищенням вимог до експлуатаційної якості придбаної АТ. На сьогодні вимоги до експлуатаційної якості стали настільки ж пріоритетними, наскільки й вимоги до льотної якості.

Конкурентоспроможність АТ визначається в теперішній час мірою її пристосованості до експлуатації, передусім до ТО. Ведуться

спеціальні дослідження з метою визначення вимог до АТ з урахуванням специфіки робіт з ТО на основі аналізу людського фактора, у тому числі антропометрії людини. Це свідчить про те, що вплив людського фактора на БП ще недостатньо вивчений у світовій авіаційній науці, і тому цьому аспекту слід приділяти особливу увагу.

4.2. Завдання дослідження людського фактора

Система ТО АТ, як організаційно-технічна система, що забезпечує збереження льотної придатності ПС у процесі експлуатації, складається з об'єктів експлуатації, засобів технологічного оснащення, виконавців і передбачає здійснення за регламентованих умов і режимів заданих технологічних процесів відповідно до вимог НТД.

Отже, система ТО являє собою складну організаційно-технічну процедуру, яка є самостійним об'єктом дослідження та вдосконалення.

Система ТО віднесена до об'єктів типу «діяльність», яка являє собою сукупність процесів праці, що відбуваються в часі, під час здійснення яких приймають і реалізують безліч взаємозв'язаних рішень, спрямовані на досягнення кінцевого результату. Ці рішення людина реалізовує у взаємодії із предметами та засобами праці, що визначають якість ТО АТ як одну з найважливіших властивостей, що оцінюють діяльність експлуатанта (організації ТО).

Для сертифікації експлуатант повинен продемонструвати, що він створив систему забезпечення якості ТО, що регламентує виробничу діяльність підприємств ТО, технологію процесів та механізми управління якістю на сертифіковані види ТО АТ, і що він може забезпечити її функціонування.

Зростаюча складність ПС, багатократне резервування та їх автоматизація зменшують навантаження на льотний екіпаж, але значно підвищують вимоги до авіаційних спеціалістів, які обслуговують ПС. Крім того, використання на літаках нового покоління бортових систем контролю, висока ремонтпридатність систем та агрегатів, низька трудомісткість планових робіт з регулювання і монтажно-демонтажних робіт, недостатня надійність комплектуючих виробів, поява складних і не підтверджених відмов та збоїв спричиняють значне зростання частки непланових робіт та їх ускладнення під час ТО. Це призводить до перерозподілу помилок від од-

нієї категорії працівників до іншої, що створює потенційну можливість АП через поєднання технічних відмов з помилками експлуатаційного персоналу під час ТО ПС.

Багато помилок, які трапилися з вини авіаційних спеціалістів, не впливають на функціонування систем ПС, але позначаються на виконанні поставленого завдання. У зв'язку з цим потрібно:

- у процесі аналізу діяльності визначити найбільш імовірні помилки людини, які можуть бути припущені під час виконання кожної операції, що входить до технологічного процесу;

- передбачити найбільш небезпечні і найбільш часті помилки, які можуть трапитися в процесі експлуатації та обслуговування даної апаратури, підсистеми і системи ПС;

- визначити очікувану частоту відмов виробів АТ з вини людини, що дасть змогу зосередити найбільшу увагу на запобіганні їм;

- передбачити вплив помилок авіаційних спеціалістів на працездатність авіаційних систем.

Коли вивчають АП, причиною яких була помилка людини під час ТО, не враховується та обставина, що помилка припускається в організаційних умовах. Якщо помилки авіаційних спеціалістів розглядаються в організаційному аспекті, уся відповідальність покладається на керівників і організаторів робіт з ТО, котрі:

- не забезпечили виконання затверджених програм ТО ПС у повному обсязі;

- не передбачили достатність та ефективність реалізації процедур з «гарантії якості» технологічних процесів ТО АТ.

Аналізуючи надійність АТ як ергатичної системи, слід брати до уваги як взаємодію інженерно-технічного персоналу з технічною системою ПС, так і цілеспрямовану діяльність керівників робіт, які організовують процеси ТО АТ.

На сьогоднішній день, на жаль, не визначено реальних труднощів виконання технологічних процесів, не розкрито особливостей і проблем виконання ТО конкретних типів ПС. Відсутність методів кількісної оцінки якості технологічних процесів ускладнює проведення розрахунків ризику виконання ТО і, відповідно, управління якістю робіт авіаційних спеціалістів під час ТО АТ.

З'єднавши ланцюжок «обслуговуючий персонал — ПС» через технологічні процеси, можна більш предметно визначити вплив обслуговуючого персоналу на якість ТО (рис. 4.4).

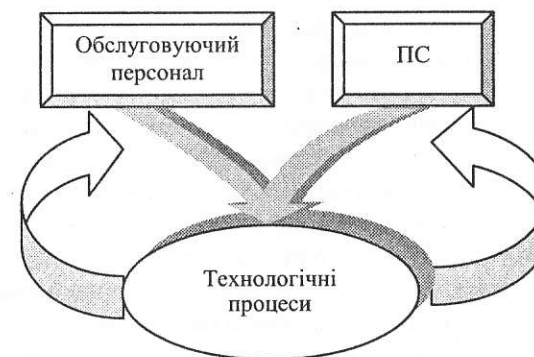


Рис. 4.4. Взаємозв'язок процесів ергатичної системи

Цільове ергономічне забезпечення призначено організувати працю обслуговуючого авіаційного персоналу з метою пошуку оптимальних способів використання людських можливостей стосовно АТ.

Зміст проведення досліджень і реалізації рекомендацій, що розроблюються, полягає в тому, щоб підвищити керованість виробничих процесів, забезпечити чіткість їх функціонування. Ефективність заходів має проявлятися не тільки у використанні прогресивних методів ТО, у скороченні всіляких витрат, зменшенні кількості помилок, яких припускаються ІТС, але й у підвищенні рівня організаційної та технічної культури авіапідприємств, у постійному вдосконаленні технології та підвищенні якості ТО АТ.

4.3. Аналіз факторів, що впливають на якість технічного обслуговування авіаційної техніки

У процесі експлуатації АТ, котра має достатньо високу надійність, протягом тривалого часу не виникає необхідності втручання обслуговуючого персоналу в роботу технічних пристроїв. Разом з тим спеціаліст повинен не пропускати ту чи іншу несправність, відмову. Виникає своєрідна ситуація, яка потребує одноманітного, тривалого, але ретельного нагляду за станом технічних пристроїв і перевірки їхніх робочих характеристик.

У подібних ситуаціях у виконавця може виникнути стан, близький до втоми, унаслідок чого він може не помітити відмови, або дефекту.

У діяльності людини, яка обслуговує АТ, можливі вкрай складні, екстремальні умови, які можуть бути викликані, наприклад, гострим дефіцитом часу. На різні категорії персоналу залежно від стану нервової системи працівника ці умови можуть чинити різний вплив, інколи й такий, що заважає ефективному виконанню завдання.

Зайве емоційне напруження може бути також викликане перешкодами, які переходять в самій діяльності технічного складу. Причинами таких перешкод є: одночасна робота кількох спеціалістів на одному робочому місці, короточасне відволікання на виконання операцій інших спеціалістів, працююча апаратура та ін.

Найбільш небезпечними перешкодами є короточасні відволікання від виконання своєї безпосередньої роботи. За достатньо високого темпу роботи подібна ситуація призводить до значних нервових навантажень, що може стати причиною неправильної дії і припущення помилки.

Серед основних причин помилок людини назвемо такі:

- незадовільна підготовка або низька кваліфікація обслуговуючого персоналу;

- наслідування обслуговуючим персоналом незадовільних процедур ТО або експлуатації;

- погані умови праці, що пов'язані, наприклад, з незручним доступом до обладнання, тісністю робочого приміщення або занадто високою (низькою) температурою;

- незадовільне оснащення необхідною апаратурою та інструментами;

- недостатнє матеріальне стимулювання спеціалістів з ТО, що не сприяє досягненню оптимального рівня якості їхньої роботи, тощо.

Низький рівень інтересу до роботи й незадовільний моральний стан можуть виявлятися у випадках неправильного розподілу функцій в ергатичній системі обслуговування, а саме:

- коли від низькокваліфікованого виконавця вимагають обслуговування обладнання високої складності;

- коли від висококваліфікованого спеціаліста вимагають обслуговування обладнання низької складності.

У двох цих випадках зростають кількість помилок, час простою обладнання, частота використання запасних частин, а також зменшується рівень готовності обладнання до обслуговування та його працездатність.

За характером виконуваних спеціалістом функцій ергатичні системи обслуговування поділяються на пошукові та відновлювальні.

Пошукова ергатична система, як правило, виникає в разі відмови функціонуючої ЕС, коли потрібне втручання оператора для визначення причин і місця відмови в системі, коли оператор тією чи іншою мірою залучений до роботи з пошуку несправностей. Критерієм оптимізації його діяльності при цьому є мінімум часу пошуку причини відмови.

Відновлювана система (рис. 4.5) починає функціонувати після визначення причин відмови системи, що діагностується, у момент початку дій оператора з її відновлення.

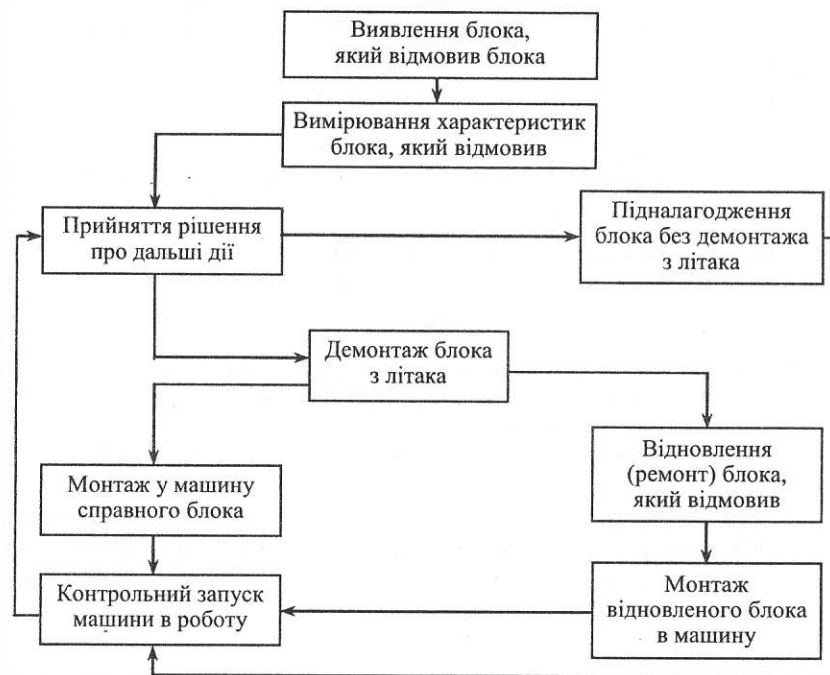


Рис. 4.5. Схема дій оператора у відновлювальній ергатичній системі

У відновлюваній системі головне завдання людини — відновити систему, для чого вона виконує низку операцій: демонтаж блока, вузла, агрегата; вибір справних і монтаж їх у систему, що відмовила.

При цьому технік повинен оцінити справність блока, тобто настроїти, перевірити й випробувати його.

Як правило, важко встановити причину припущення помилок, тобто визначити, чи виникли вони з вини людини або пов'язані з обладнанням.

В аналізі БП порівнюють фактичний наліт з нальотом ПС, котрий слід виконувати виходячи з укомплектованості служби ТО. Наліт, який перевищує розрахунковий на основі чисельності служби ТО, розглядається як наліт в умовах загрози БП (рис. 4.6).

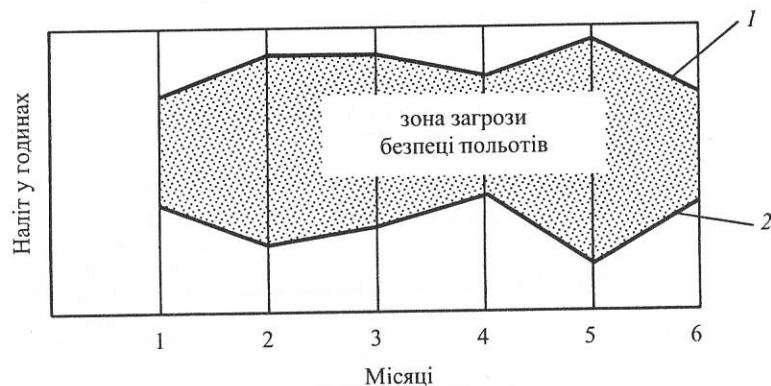


Рис. 4.6. Графічне визначення зон підвищеної небезпеки польотів через неуккомплектованість служби ТО:

- 1 — фактичний наліт парку ПС;
2 — планований наліт з урахуванням укомплектованості служби ТО

Ще однією причиною значної кількості помилок під час виконання ТО є те, що рівень підготовки технічного складу відстає від рівня розвитку авіації. Так, кількість помилково демонтованих агрегатів досягає 42 %, при цьому затрачається до 32 % робочого часу авіаційних спеціалістів.

Забезпечення високої якості ТО залежить від таких факторів (рис. 4.7):

- надійність роботи ІТС;
- організація ТО ПС;
- властивості ПС;
- технологічні процеси ТО;
- умови праці ІТС.

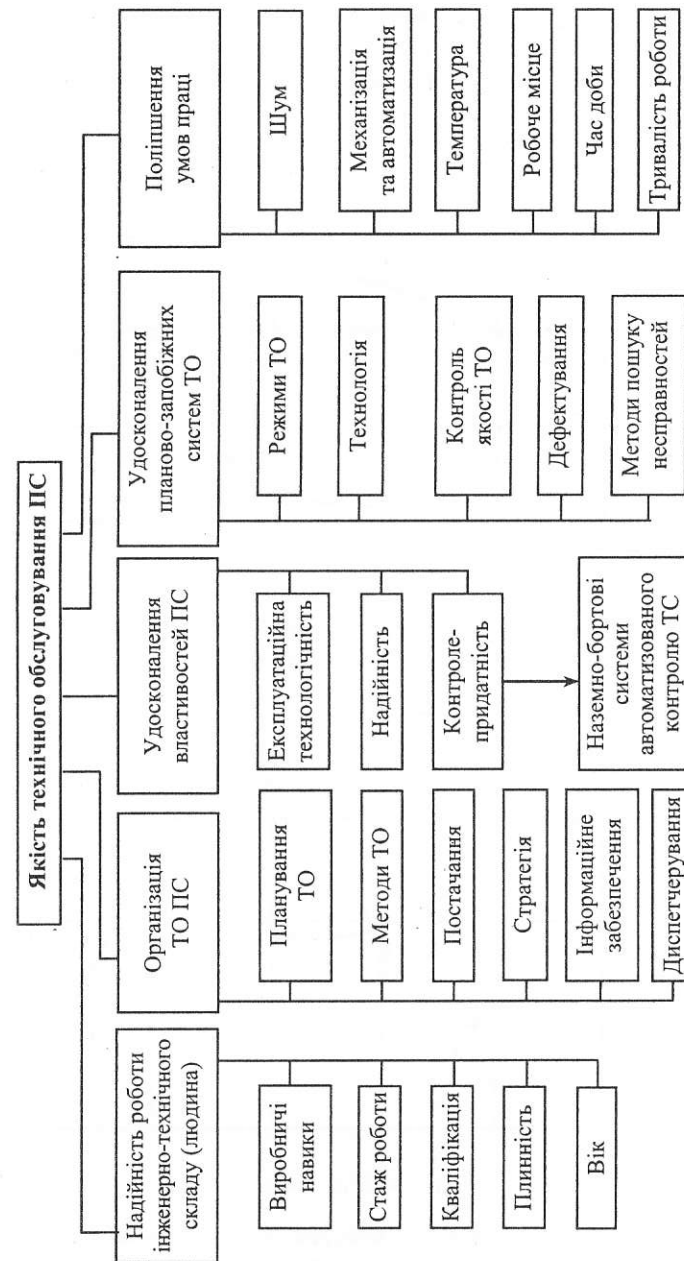


Рис. 4.7. Структурна схема якості ТО ПС

На основі інформації про помилки ІАС, що призвели до АП або інцидентів, виконано аналіз і подано розподіл помилок технічного персоналу залежно від досліджуваних факторів (рис. 4.8–4.15).

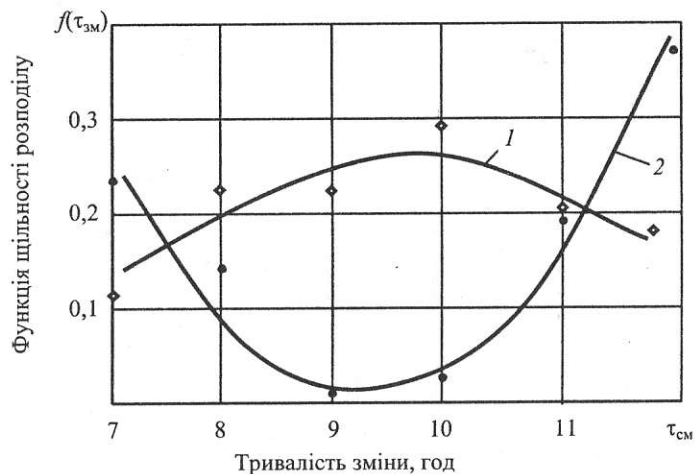


Рис. 4.8. Розподіл помилок ІТС залежно від тривалості зміни: 1 — оперативні форми ТО; 2 — трудомісткі форми ТО

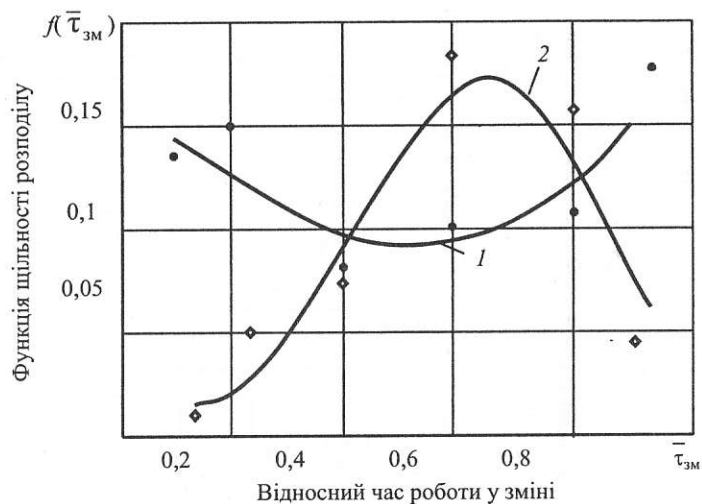


Рис. 4.9. Розподіл помилок ІТС за відносним часом роботи в зміні: 1 — оперативні форми ТО; 2 — трудомісткі форми ТО

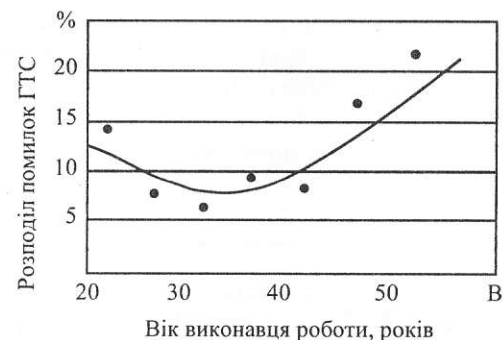


Рис. 4.10. Розподіл помилок технічного складу за віком

Дослідження якості ТО з метою виявлення причин та факторів, що призводять до інцидентів з вини ІТС, виконані за допомогою методів кореляційно-регресійного аналізу дали такі результати:

1. На оперативних формах ТО розподіл кількості помилок в залежності від тривалості зміни відносно стабільний, у зв'язку із чергуванням безперервного виконання роботи з перервами в очікуванні ТО. Такі перерви дають можливість авіатехнікам зняти психічне напруження й тим самим підтримувати працездатність за зростання тривалості зміни (рис. 4.8). Слід зазначити, що оперативний час (час безпосереднього виконання операцій з ТО) на оперативних формах ТО становить не більш як 40 %. На трудомістких формах ТО розподіл помилок виконавців залежно від тривалості зміни відповідає аналогічним характеристикам, які одержані для робітників машинобудівних підприємств з явно вираженими періодами втягування в роботу й підвищенням кількості помилок за зростання часу роботи, які пов'язані з утомленістю людини.

2. Значне зростання кількості помилок виконавців під час виконання трудомістких форм ТО (рис. 4.9) пов'язане із часом виконання функціонально значущих для працездатності систем ІС.

3. Аналіз розподілу помилок технічного персоналу за віком (рис. 4.10) показав, що вікові групи молодших за 30 років допускають помилки, які переважно пов'язані з відсутністю достатніх практичних навичок з ТО АТ. Вікові групи старших за 40 років допускають помилки через брак знань нових конструкцій АТ та сучасних вимог з ТО ІС. Ці результати слід урахувати під час складання програм підвищення кваліфікації авіаційних спеціалістів та формуванні навчальних груп.

4. Характер зміни помилок виконавців від складності операцій ТО (рис. 4.11) пояснюється невідповідністю кваліфікації виконавців складності виконуваних робіт. Особливо це виявляється на оперативних формах ТО, коли після зауваження екіпажу технік намагається їх усунути, не маючи достатніх навичок виконання даних робіт.



Рис. 4.11. Залежність помилок виконавців від складності операції ТО

У виконанні трудомістких робіт (рис. 4.12) характерні помилки людини на підготовчо-завершальних операціях. Слід зазначати, що 20–25 % інцидентів виникає через невиконання таких простих операцій, як не законтровані з'єднання, не зняті заглушки, не зачинені лючки або замки капотів, залишений інструмент та ін.

Одержана кількісна залежність помилок виконавців від температури на робочому місці (рис. 4.13) демонструє, що оптимальні температурні умови роботи 5–18 °С. У холодному чи жаркому кліматі, за фізичних навантажень організму, у разі стресу, захворювань рівень теплоутворення і тепловіддачі може змінюватись. Унаслідок подразнення холодних рецепторів змінюються рефлекторні реакції, які регулюють збереження тепла: звужують кровоносні судини шкіри, зменшується тепловіддача організму. Переважання тепловіддачі над теплоутворенням спричинює зниження температури тіла і порушення функцій організму. За температури 35 °С порушується психіка, далі зниження температури вповільнює кровообіг, обмін речовин, а нижче 25 °С зупиняється дихання.

Висока температура середовища збуджує теплові рецептори, імпульси, які викликають рефлекторні реакції, спрямовані на під-

вищення тепловіддачі. При цьому розширюються судини шкіри, прискорюється кровообіг, зростає теплопровідність тканин. Якщо для цього недостатньо теплової рівноваги, то підвищується температура шкіри і починається рефлекторне потовиділення — спосіб віддачі тепла. Посилене потовиділення спричиняє значні втрати води, які необхідно компенсувати. У результаті інтенсивного потовиділення у плазмі крові зменшується вміст аскорбінової кислоти та водорозчинних вітамінів. Вплив даного фактора на якість ТО АТ слід оцінювати з урахуванням адаптаційних властивостей людини, тобто оптимальні значення температури на робочому місці будуть різні для різних регіонів світу.

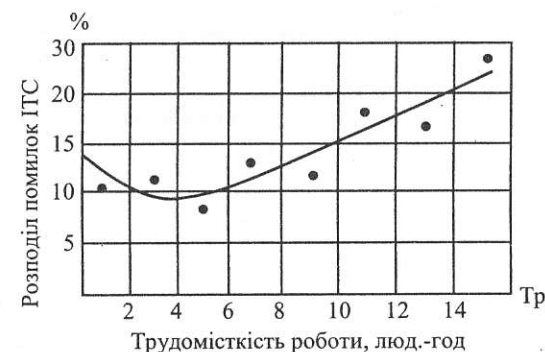


Рис. 4.12. Залежність наведеної кількості помилок на одну людину-годину від трудомісткості роботи

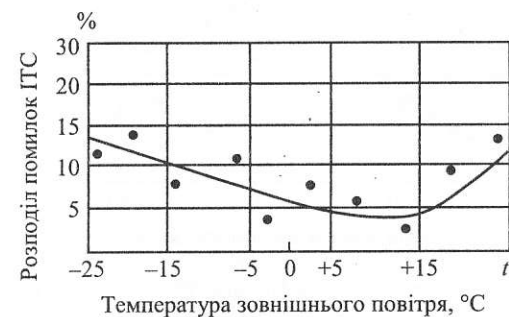


Рис. 4.13. Зміна помилок технічного персоналу від температури зовнішнього повітря

Механізація та автоматизація виробничих процесів ТО АТ є одним із головних напрямків скорочення часу простою ПС на ТО, підвищення продуктивності праці та якості ТО АТ (рис. 4.15).

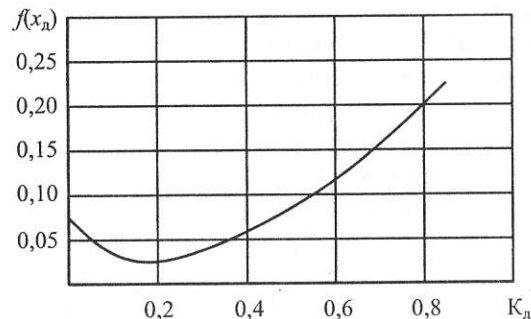


Рис. 4.14. Залежність помилок виконавців від коефіцієнта доступності

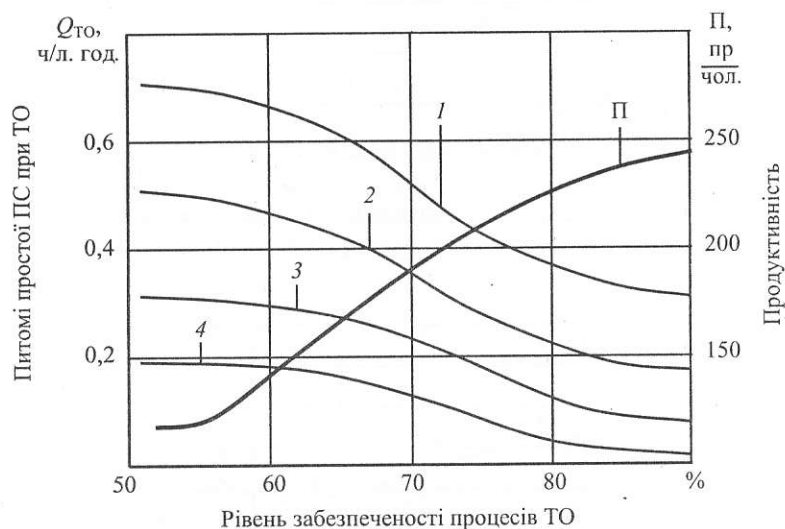


Рис. 4.15. Залежність простоїв ПС при ТО й продуктивність праці від рівня забезпеченості процесів ТО:

1 — дальньомагістральний літак; 2 — середньомагістральний літак; 3 — ближньомагістральний літак; 4 — літак місцевих повітряних ліній

Скороченню кількості помилок виконавців і забезпеченню льотної придатності ПС сприяє контроль якості виконання робіт технічним персоналом, який є складовою частиною технологічного процесу ТО ПС. Аналіз фотографій робочого дня інженерів відділу технічного контролю (ВТК) показує, що середній час, який затрачається безпосередньо на контроль якості робіт з ТО АТ, становить 15–20 % від загального фонду часу.

Фактично контролюється тільки 50–70 % операцій з таких, що підлягають обов'язковому контролю ВТК. Крім того, нерівномірне надходження вимог на контроль призводить до неповного та неякісного контролю робіт, «самоусунення» від контролю, втрат робочого часу виконавців, затримок ПС на ТО.

У результаті цього більш як 20 % інцидентів виникають через помилки виконавців під час здійснення операцій регламенту, які належать обов'язковому контролю ВТК.

На рис. 4.16 накреслені графіки ефективності роботи виконавців у системі за існування функціонального перевантаження без контролю (а), з контролем (б) і в системі без функціонального перевантаження та за існування контролю роботи (в). З рисунка видно, що за існування навіть функціонального перевантаження ефективність роботи людини підвищується за умови контролю за його роботою.

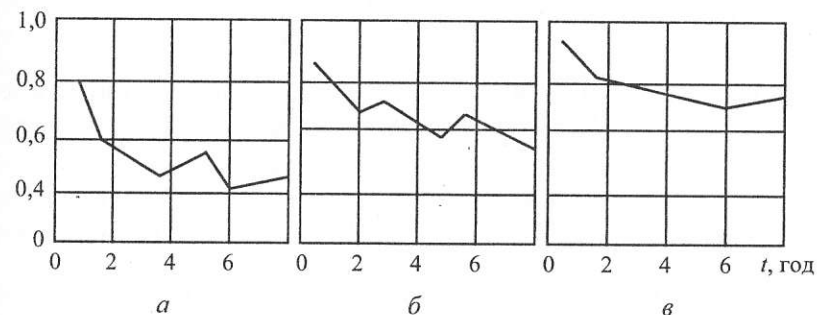


Рис. 4.16. Ефективність роботи виконавця

За результатами контролю об'єкт експлуатації може бути віднесений до категорії працездатного чи непрацездатного (рис. 4.17).

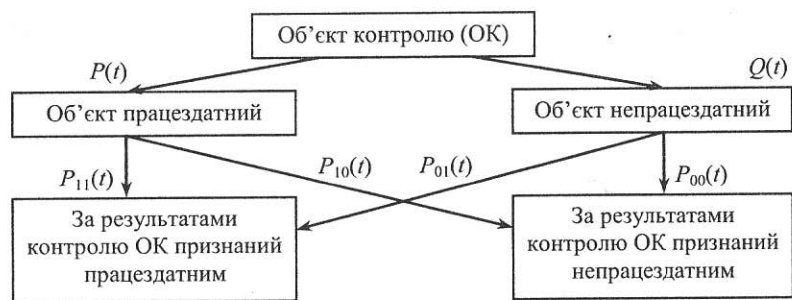


Рис. 4.17. Схема обліку контрольних операцій за параметрами якості ТО

Умовні ймовірності помилок результатів прийняття рішень про стан об'єкта, які називаються хибною відмовою $\alpha(t)$ (помилка I роду) та невиявленою відмовою $\beta(t)$ (помилка II роду), є функціями часу й дорівнюють:

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

Тоді ймовірнісні переходи дорівнюють:

$$\begin{aligned} P_{11}(t) &= P(t)[1 - \alpha(t)]; \\ P_{10}(t) &= P(t)\alpha(t); \\ P_{01}(t) &= [1 - P(t)]\beta(t); \\ P_{00}(t) &= [1 - P(t)][1 - \beta(t)]. \end{aligned}$$

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

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

Отже, однакові значення ймовірності контролю можуть бути одержані як з підвищенням надійності виробів АТ ($P(t)$), так і зі зміною помилок першого та другого роду. Характер зміни ймовірності контролю від надійності виробів АТ і параметру C_K показано на рис. 4.18, де

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

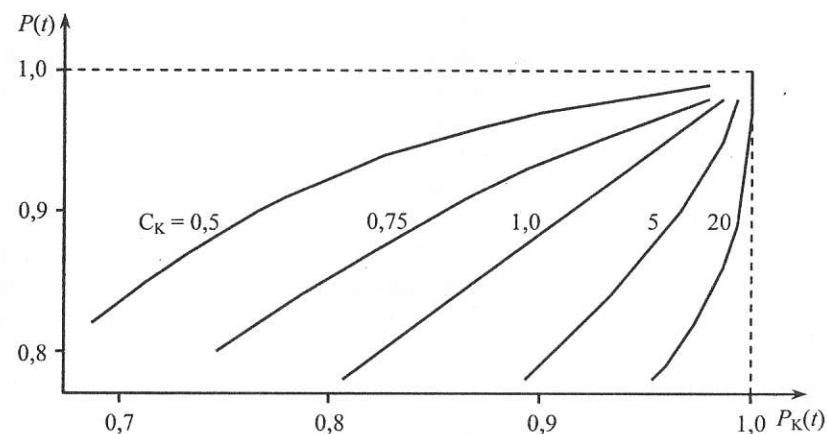


Рис. 4.18. Залежність ймовірності контролю від надійності виробу та параметра C_K

Так, якість ТО виробів АТ визначається ефективністю використання засобів контролю та діагностування, включаючи всю повноту контролю й методичну ймовірність виявлення відмов, ймовірність контролю та інтенсивність відмов виробів, режим контролю та якість його проведення.

Удосконаленням організації та технології ТО можна забезпечити різний час перебування виробу в можливих станах, а отже, і різні значення ймовірностей P_{00} , P_{10} , P_{01} , P_{11} , котрі є показниками якості ТО виробу АТ.

Модель процесів надбання та втрати навичок дістала достатню практичну перевірку. У цій моделі показники ступеня досконалості будь-якої навички використовують безпомилковість і тривалість виконання дій оператором. Математично ці показники описуються рівнянням

$$K(n) = K_0 f(n), \quad \tau(n) = \tau_{\min} + \varphi(n),$$

де $K(n)$ — кількість помилок, яких припустився спеціаліст під час виконання заданого обсягу робіт в n -му циклі тренувань; K_0 — кількість помилок, яких припустився спеціаліст під час виконання заданого обсягу робіт від початку тренувань; $f(n)$ — спадна функція, яка характеризує зменшення кількості помилок в n -му циклі в процесі тренування; $\tau(n)$ — час, який затрачає спеціаліст на вико-

нання заданого обсягу робіт в n -му циклі тренування; τ_{\min} — мінімальний час, який затрачає спеціаліст на виконання заданого обсягу робіт; $\varphi(n)$ — спадна функція, яка характеризує зменшення тривалості виконання заданого обсягу робіт у процесі тренування.

Навики, які вже сформовані, не залишаються незмінними. Тривалі перерви в роботі призводять до їх втрати, у першу чергу сенсорних навичок, котрі менш стійкі, ніж рухові.

Зміна рівня навченості J у процесі тренажу протягом часу dt пропорційна різниці між граничним і досягнутим значеннями рівня навченості:

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

де $J_{\text{гр}}$ — граничне значення рівня навченості; c — коефіцієнт пропорційності, що відображає методику навчання.

Розв'язання даного рівняння для $t = 0, J = J_0$ таке:

$$J(t) = J_0 \exp(-ct) + [1 - \exp(-ct)]J_{\text{гр}}, \quad J(t) = J_0 q^t + (1 - q^t)J_{\text{гр}},$$

де J_0 — початкове значення рівня навченості; $q = \exp(-c)$ — показник ефективності навчання.

Як видно з рис. 4.19, перерви в роботі призводять до зниження рівня навченості; його відновлення відбувається за експоненціальним законом, а час відновлення залежить від тривалості перерви в навчанні.

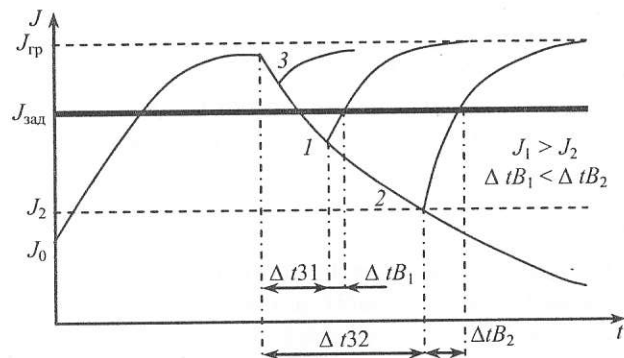


Рис. 4.19. Залежність рівня навченості від часу навчання за існування перерви в підготовці

Комплекс робіт, який виконується на літаку з метою підтримки його в справному і готовому до застосування за призначенням стані, можна подати як комплекс, який складається з чотирьох основних видів робіт: технологічного обслуговування, профілактичних робіт, контролю ТС і відновлення (рис. 4.20). Будь-яка організаційна форма системи ТО містить у тому чи іншому обсязі кожний із зазначених видів робіт і залежно від форми співвідношення обсягу цих робіт може суттєво змінюватися. При цьому якість системи ТО залежить від того, наскільки конструкція об'єкта пристосована до виконання на ній робіт з ТО.



Рис. 4.20. Основні види робіт з ТО, які визначають рівень експлуатаційної та ремонтної технологічності АТ

Експлуатаційна та ремонтна технологічність як комплексна властивість конструкції вміщує структурні складові властивості, які визначають пристосованість конструкції літака до виконання видів робіт з ТО (рис. 4.21).

Під обслуговуваністю розуміють пристосованість конструкції літака до виконання зарядно-заправних (заправлення паливом та іншими робочими рідинами і газами) і профілактичних робіт (очищення, промивання, змащування), робіт зі спорядження та ін.

Контролепридатністю називається властивість АТ, яка характеризує її пристосованість до проведення контролю заданими засобами.

Відновлюваність характеризує пристосованість АТ до виконання робіт безпосередньо з відновлення справного стану.

Отже, обслугованість, контролепридатність і відновлюваність розглядаються як структурні складові частини експлуатаційної та ремонтної технологічності, що наповнюють її конкретним змістом.



Рис. 4.21. Структура і фактори, які визначають рівень експлуатаційної та ремонтної технологічності АТ

Структурні складові експлуатаційної та ремонтної технологічності залежать від низки окремих властивостей, які в кінцевому підсумку визначають тривалість, трудомісткість і якість робіт з ТО. До таких властивостей належать зручність роботи, доступність і захищеність від помилок під час ТО.

Зручність роботи визначається продуктивністю праці виконавця і залежить у першу чергу від пози, в якій йому доводиться її виконувати, можливості спостерігати за об'єктом обслуговування в процесі виконання роботи та його освітленості.

У незручних позах продуктивність праці може знизитися, а тривалість праці зрости в 2,5...3 рази. Тому необхідно враховувати

вплив пози виконавця в процесі ТО на його продуктивність, коли приймаються компоновальні рішення як локального характеру, так і в цілому для літака. Причому взаємне розміщення об'єктів обслуговування на літаку та їх освітленість не мають обмежувати можливість візуального спостереження за ними. Це важливо для забезпечення не тільки високої продуктивності праці, але й для якісного виконання робіт.

Доступність об'єкта обслуговування визначається обсягом додаткових робіт, які необхідно виконати, щоб забезпечити виконання основної роботи з ТО. До таких додаткових робіт належать роботи з переміщення в межах стоянки літака засобів доступу (драбин, стрем'янок, самохідних майданчиків обслуговування), їх установлення, відчинення й зачинення експлуатаційних люків, підімкнення і відімкнення засобів обслуговування та контролю, монтаж і демонтаж (за потреби) розміщених поряд з об'єктом обслуговування агрегатів і комунікацій, які перешкоджають виконанню основної роботи, та ін. На жаль, обмежена доступність об'єктів обслуговування залишається для більшості літаків одним з основних недоліків їхньої експлуатаційної та ремонтної технологічності. До типових недоліків такого роду належать необхідність виконання великого обсягу монтажних-демонтажних робіт під час огляду систем управління, обмежений і незручний доступ до силових болтів кріплення складових частин планера і підвіски двигунів.

Пристосованість конструкції АТ до монтажних-демонтажних робіт заведено називати легкознімністю, що, по суті, є окремим випадком доступності. Легкознімність визначається обсягом основних і додаткових робіт, які необхідно виконати для заміни комплектуючих елементів АТ. Причинами великої трудомісткості основних монтажних-демонтажних робіт можуть бути: малі розміри робочої зони всередині відсіків; недостатні розміри люків; багатоточкове кріплення виробів; погане використання швидкодійних роз'ємів комунікацій, застосування шплінтів та дроту для контрування кріпильних деталей; недостатнє використання спеціальних пристроїв і засобів механізації.

Особливу увагу треба приділяти забезпеченню легкознімності двигунів основної та допоміжної силових установок. Застосування раціональних схем і технологій заміни двигуна можуть суттєво знизити трудомісткість і тривалість цієї роботи. До факторів, які зменшують затрати праці і часу під час заміни двигуна, належать:

- зменшення кількості вузлів підвіски двигуна;
- скорочення або повне видалення робіт з ремонту агрегатів з двигуна, що знімається, на двигун, що встановлюється;
- зменшення кількості комунікацій, які з'єднують двигун з літаком;
- відпрацювання технології заміни з мінімальною кількістю операцій;
- застосування технології консервації двигуна поза літаком.

Захищеність об'єктів обслуговування від помилок виконавців необхідна для виключення можливості створення додаткових причин відмов і пошкоджень агрегатів та блоків обладнання в процесі ТО. Як свідчить статистика, 20...25 % АП та інцидентів трапляються через помилки, яких припускається технічний персонал у процесі ТО. Це переважно порушення технологічної послідовності виконання робіт (2/3 від загальної кількості помилок) і невиконання або недовиконання операцій унаслідок незадовільної доступності об'єктів обслуговування та низьких їхніх ергономічних властивостей (відсутність ознак розрізнення і можливості візуального контролю, конструктивні особливості), які призводять до неправильного встановлення агрегатів і з'єднувальних комунікацій, порушення правил контролювання з'єднань та інших помилок.

Пристосованість конструкції до виконання робіт з ТО значною мірою визначається конструктивними й компоувальними факторами, до яких належать: схемно-конструктивні та компоувальні рішення; можливість формування складу контрольованих параметрів і застосування засобів контролю, необхідних для забезпечення раціонального рівня контролепридатності; можливість застосування прогресивних методів і технологій відновлення як об'єкта в цілому, так і його елементів. Вкрай важливим є забезпечення структурної та функціональної взаємозамінності агрегатів та їхніх елементів, що виключає потребу виконання робіт з підганяння, селективних і регулювальних робіт.

До складу факторів, які впливають на організацію робіт з ТО, необхідно віднести міру новизни конструкції, рівень уніфікації й стандартизації об'єкта АТ, можливість поєднання в часі різних робіт. Спрощення конструкції АТ, скорочення кількості їх елементів і функціональних зв'язків позитивно впливають на рівень експлуатаційної та ремонтної технологічності. Ці тенденції широко виявляються в зарубіжній практиці забезпечення експлуатаційних характеристик сучасних літаків.

Підвищенню рівня експлуатаційної та ремонтної технологічності сприяє широке використання спеціалізованих за системами технічних відсіків. Це дає змогу знизити щільність компоування і поліпшити зручність роботи та доступність агрегатів і блоків обладнання. Зонний принцип установлення елементів конструкції здійснюється за ознакою однорідності робіт, модульності конструкції, яка припускає розподіл конструкції на окремі складові — конструктивно закінчені частини, що замінюються на літаку після досягнення ними граничного стану і які відновлюються після цього поза літаком.

4.4. Методи та моделі управління якістю технічного обслуговування авіаційної техніки

Показник якості результат операції Y являє собою в загальному випадку m -мірний вектор, що складається з трьох відповідних груп компонентів ($m = m_1 + m_2 + m_3$):

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

де g — корисний ефект; C — витрачені ресурси; T — час виконання операції.

Вектор $Y^{(m)}$ може бути остаточно сформований, коли сформульована мета операції $Y_{\text{пр}}^{(m)}$, що задає потрібний результат $Y_{\text{пр}}$ операції.

Формулювання мети операції дає можливість формувати вектор параметрів цілепокладання:

$$Y_{\text{пр}}^{(m)} = \langle g_{\text{пр}}^{(m_1)}, C_{\text{потр}}^{(m_2)}, T_{\text{потр}}^{(m_3)} \rangle,$$

який задає в загальному випадку область допустимих значень (кількісних або якісних) відповідних показників якості $Y^{(m)}$ реального результату операції Y .

Для кількісного опису відповідності реального результату операції Y потрібному $Y_{\text{потр}}$ беруть формально введenu числову функцію відповідності

$$\rho = \rho(Y^{(m)}, Y_{\text{потр}}^{(m)}).$$

На практиці дослідження ефективності операцій користуються частинними функціями відповідності, які вводять для окремих груп відповідних компонент векторів $Y_{\text{потр}}^{(m)}$ і $Y^{(m)}$, тобто:

$$\rho_{(1)} = \rho_{(1)}(g^{(m_1)}, g_{\text{потр}}^{(m_1)}), \rho_{(2)} = \rho_{(2)}(C^{(m_2)}, C_{\text{потр}}^{(m_2)}),$$

$$\rho_{(3)} = \rho_{(3)}(T^{(m_3)}, T_{\text{потр}}^{(m_3)}),$$

або для кожної пари відповідних компонент:

$$\rho_i = \rho_i(y_i, y_{\text{потр}i}), \quad i = \overline{1, m}.$$

Показник ефективності операції W вводиться формально як математичне очікування загальної функції відповідності:

$$W = M[\rho(Y^{(m)}, Y_{\text{потр}}^{(m)})].$$

Застосовуючи операцію математичного очікування до частинних функцій відповідності $\rho_{(1)}, \rho_{(2)}, \rho_{(3)}, \rho_{(i)}$, дістаємо частинні показники ефективності, відповідно $W_{(1)}, W_{(2)}, W_{(3)}, W_{(i)}$. Тоді показник ефективності W операції являє собою сукупність векторних або скалярних частинних показників ефективності, тобто:

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

У загальному випадку реальний результат Y , а отже, і показник ефективності W операції залежать від вибраної стратегії $u \in U$:

$$Y^{(m)}(u) = \langle g^{(m_1)}(u), C^{(m_2)}(u), T^{(m_3)}(u) \rangle, \quad W(u) = M[\rho(Y^{(m)}(u), Y_{\text{потр}}^{(m)})].$$

Залежність показника ефективності $W(u)$ від вибраної стратегії $u \in U$ та інших суттєвих факторів, які визначають комплекс умов проведення операції, задається в загальному вигляді складального відображення:

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

де $H : \Lambda \rightarrow Y^{(m)}$ — модель результату, яка дає можливість обчислити значення реального результату Y операції для кожної стратегії $u \in U$; Λ — множина визначених та невизначених факторів, що формують умови середовища (проведення) операцій.

Найбільший практичний інтерес являють дослідження ефективності операцій до їх проведення, що потребує використання методу

математичного моделювання. Формально процес дослідження можна подати так при $k = 0, 1, 2, \dots$:

$$\{X, R\} T^{\theta^{(k)}} \Rightarrow \{X^\Gamma(k), R^\Gamma(k)\} T^\Gamma \Rightarrow \theta_z^\Gamma(k) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta_z(k) \Rightarrow \theta^{(k+1)} = \theta^{(k)} \cup \theta_z(k),$$

де $\{X, R\}$ — множина елементів X системи й зв'язків R поміж ними; T — множина моментів часу; $\{X, R\} T$ — процес функціонування технічної системи; $\{X^\Gamma(k), R^\Gamma(k)\} T^\Gamma$ — відображення процесу $\{X, R\} T$ (модель операції); $\theta^{(k)}$ — інформація про операції на k -му ході дослідження; $\theta_z^\Gamma(k)$ — нова інформація, одержана за результатами моделювання; $\theta_z(k)$ — нові знання про операції, котрі одержані на основі інформації $\theta_z^\Gamma(k)$.

Наведена модель змістовно розкриває сутність дослідження як завдання одержання нових знань про об'єкт дослідження для прийняття рішень.

Для оцінки надійності ергатичної системи зазвичай враховують оцінку якості цілеспрямованої діяльності людини в системі або оцінку надійності взаємодії людини і машини.

Існує низка підходів до оцінки надійності ЕС, що дають можливість апріорно або апостеріорно оцінити якість діяльності людини:

– метод оцінки надійності технічних об'єктів з урахуванням діяльності обслуговуючого персоналу;

– структурний метод А. І. Губінського, що ґрунтується на детальному аналізі структури діяльності з описом алгоритмів перетворення інформації людиною;

– операційно-психофізіологічний метод Г. М. Зараковського та М. І. Гальперіна, що ґрунтується на декомпозиції діяльності за критерієм інваріантності психологічного змісту окремих дій та враховує вплив на якість праці людини специфічної й неспецифічної напруженості;

– метод статистичного еталону Ю. Г. Фокіна, який враховує сукупність кількісних показників надійності, одержаних під час виконання людиною-оператором конкретних операцій залежно від факторів складності операторської діяльності;

– методи, що ґрунтуються на моделюванні діяльності спеціалістів із застосуванням апарату передавальних функцій, теорії масового обслуговування, ситуаційного керування і т. ін.

Під надійністю (безпомилковістю) операторів у цьому разі розуміють здатність виконувати свої обов'язки без неправильних дій (помилки). За кількісну міру безпомилковості беруть імовірність P_0 відсутності помилок протягом заданого часу t . Цю залежність називають функцією безпомилковості. А. І. Губінський запропонував ідею можливості уніфікації показників якості функціонування, функціональної надійності та прагматичної ефективності. Зміст будь-якої функції — в її формулюванні, яке пов'язує зміст із формалізмом F і дозволяє ввести універсальну за математичним змістом нomenклатуру показників для людини, машини і ЕС у цілому.

1. Показники якості функціонування (якості виконання функції F):

– функціонально-цільова властивість — здатність досягнення фінальних станів, відповідних заданій для функції F цілі, які описуються повною множиною фінальних станів, що відповідають усій множині можливих умов функціонування I^F (характеризується ймовірним досягненням кожного i -го результату або групи результатів за даним способом функціонування π);

$$P_F\left(\frac{i}{\pi}\right) = \text{Імовірність}\{I_\pi^F \in I_i\};$$

– функціонально-часова властивість — здатність досягнення цілі за деякий час τ^F (характеризується законом розподілу часу досягнення цілі (або в окремих випадках — моментами цього закону) за даним способом функціонування π):

$$P_F\left(\frac{\tau}{\pi}\right) = \text{Імовірність}\{\tau_\pi^F < \tau\};$$

– функціонально-параметрична властивість — здатність досягнення цілі з деякою точністю Δ^F (характеризується законом розподілу похибки (або в окремих випадках — моментами цього закону) за даним способом функціонування π):

$$P_F\left(\frac{\Delta}{\pi}\right) = \text{Імовірність}\{\Delta_\pi^F < \Delta\}.$$

2. Показники функціональної надійності виконання функцій:

– функціонально-цільова надійність — здатність досягнення фінальних станів, які належать до даних умов у множині допусти-

мих $[I_y^F]$ (характеризується ймовірністю досягнення допустимих результатів за даним способом функціонування π за даних умов y):

$$B = P_F(\pi, y [I_y^F]) = \text{Імовірність}\{I_\pi^F \in [I_y^F]\};$$

– функціонально-часова надійність — здатність своєчасного за даних умов y , тобто до заданого моменту або протягом заданого інтервалу часу $[\tau_y^F]$, досягнення цілі (характеризується ймовірністю своєчасного виконання функцій за даним способом функціонування π за даних умов y):

$$\Theta = P_F(\pi, y [\tau_y^F]) = \text{Імовірність}\{\tau_\pi^F \in [\tau_y^F]\};$$

– функціонально-параметрична надійність — спосіб виконання функції з достатньою за даних умов y точністю, яка визначається величиною допустимої похибки $[\Delta_y^F]$ (характеризується ймовірністю точного виконання функцій за даним способом функціонування π за даних умов y):

$$\delta = P_F(\pi, U, [\Delta U^F]) = \text{Імовірність}\{\Delta_\pi^F \in [\Delta U^F]\}.$$

3. Показники прагматичної ефективності виконання функції F :

– прагматична ефективність окремого способу виконання цієї функції F ;

– прагматична ефективність виконання функції F з урахуванням усіх можливих способів її виконання (або груп з них) може бути одержана як функція або функціонали з перелічених раніше показників надійності функціонування та показників функціональної надійності.

Досвід експлуатації систем АТ показує, що безпека польотів та ефективність їх використання за призначенням суттєво залежать від повноти розроблення комплексу взаємозв'язаних факторів, таких як надійність і якість ТО, планування профілактик та управління запасами, розрахунок чисельності та організації роботи ремонтно-експлуатаційного персоналу, та інших експлуатаційних факторів.

Якщо вважати, що ймовірність одночасного вияву двох чи більше помилок дуже мала й що кожна помилка може бути практично миттєво компенсована з ймовірністю $P_{0,к}$, то ймовірність безвід-

мовної роботи ЕС протягом часу $[t_1, t_1 + \Delta t]$ визначатиметься виразом:

$$P_0(t_1, \Delta t) = P_{\text{ПС}}(t_1, \Delta t) \{ P_{\text{оп}}(\Delta t) + [1 - P_{\text{оп}}(\Delta t)] P_{\text{о.к}} \},$$

де $P_{\text{ПС}}(t_1, \Delta t)$ — імовірність безвідмовної роботи ПС протягом часу $[t_1, t_1 + \Delta t]$; $P_{\text{оп}}(\Delta t)$ — імовірність безвідмовної роботи обслуговуючого персоналу (ОП) протягом часу Δt за умови, що ПС працює безвідмовно.

Компенсація помилок є важливим способом підвищення надійності ПС. При цьому ймовірність безвідмовної роботи ПС протягом часу $[t_1, t_1 + \Delta t]$:

$$P_T(t_1, \Delta t) = P_{\text{оп}}(t_1, \Delta t) \{ P_{\text{ПС}}(\Delta t) + [1 - P_{\text{ПС}}(\Delta t)] P_{\text{Т.к}}(t_1, \delta, t_1 + \Delta t) \},$$

де $P_{\text{Т.к}}(t_1, \delta, t_1 + \Delta t)$ — умовна ймовірність безвідмовної роботи протягом часу $[t_1, t_1 + \Delta t]$ ПС з компенсацією наслідків відмов ПС за умови, що в момент δ відбулася відмова й вона була компенсована ($t_1 < \delta < t_1 + \Delta t$).

Для компенсації як помилок ОП, так і відмов ПС імовірність безвідмовної роботи ПС протягом часу $[t_1, t_1 + \Delta t]$ дорівнює:

$$P(t_1, \Delta t) = \{ P_{\text{оп}}(\Delta t) + [1 - P_{\text{оп}}(\Delta t)] P_{\text{о.к}} \} \{ P_{\text{ПС}}(t_1, \Delta t) + [1 - P_{\text{ПС}}(\Delta t)] P_{\text{Т.к}} \}.$$

Для визначення $P(t_1, \Delta t)$ з урахуванням діяльності обслуговуючого персоналу необхідно:

– знати ймовірні помилки людини, котрі можуть бути здійснені під час виконання нею кожної одиничної операції, яка входить до трудового процесу;

– знати найбільш значимі й такі, що часто трапляються помилки, котрі можуть з'явитись в процесі експлуатації ОП даного типу ПС;

– визначити очікувану частоту відмов з вини людини для даного ПС.

Імовірність досягнення мети при цьому —

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

де $P_{\text{оп}}(H_{ij})$ — імовірність того, що під час виконання завдання j -го типу виникає помилка i -го виду; $P(A_{ij}/H_{ij})$ — умовна ймовірність недосагнення робочої мети в разі появи i -го виду помилки ОП у ході виконання j -го завдання; $P(A_{ij})$ — імовірність недосагнення ро-

бочих цілей у результаті виникнення помилки i -го виду під час виконання завдання j -го типу.

Якщо помилки вважати незалежними, то

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

де $P(A_j)$ — імовірність досягнення мети під час виконання завдання j -го типу для всіх N видів помилок ОП.

Якщо помилки — взаємовиключні події, то

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

Імовірність досягнення робочої мети в усіх n_j випадках виконання завдань j -го типу, якщо види помилок незалежні, буде

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

Якщо всі m типів завдань і N видів помилок незалежні, загальна ймовірність досягнення робочої мети

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

Якщо помилки взаємно виключають одна одну, то

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

Працездатність різних технічних систем характеризується зазвичай значенням складових деякого вектора параметрів $\bar{u} \{U_i\}$, $i = 1, n$. Через установлений проміжок часу T_j (j — умовний номер виду профілактичного обслуговування об'єкта) провадиться контроль стану $\{U_i\}$ і за його результатами — управління якістю системи за наперед розробленим алгоритмом.

Значення параметрів, що контролюються, у загальному випадку під час їх вимірювання визначаються з помилками, котрі нерідко можуть бути суттєвими й зумовлювати істотну невизначеність в аналізі технічного стану об'єкта.

Крім того, часто вимірювання параметрів, що визначають стан і працездатність ПС, здійснюється опосередковано. У таких випадках помилки вимірювання можуть бути особливо значні. Існування помилок вимірювання, до речі, може призвести до хибних рішень про виконання запобіжних або ремонтних робіт.

Широкий клас систем ТЕ можна описати за допомогою математичних моделей на основі полумарковських процесів з кінцевою множиною станів. У таких моделях неважко враховувати різні позиції з надійності систем та елементів, правил проведення відновлювальних і профілактичних робіт і характеристик вияву відмов.

Оскільки втручання в роботу технічної системи провадиться в дискретні моменти часу, то в моделях можна враховувати лише дискретні види управління.

Полумарковський процес $\xi(t)$ з кінцевою множиною станів $E = (e_0, \dots, e_F)$ задається набором монотонних за t -функцій $Q_{ij}(t, x)$, $i, j \in (0, 1 \dots F)$, таких, що $0 \leq Q_{ij}(t, x) \leq 1$, $Q_{ij}(\infty, x) = p_{ij}(x)$; $\sum_j p_{ij} = 1$.

Рішення x_k приймається за переходу процесу в стан e_k .

З урахуванням управління процес задається функціями

$$Q_{ij}(t) = \int_X Q_{ij}(t, x_i) d\Phi(x_1, \dots, x_F) = \int_X Q_{ij}(t, x_i) d\Phi_i(x_i);$$

$$p_{ij} = \int_X p_{ij}(x_i) d\Phi_i(x_i).$$

Якщо в деякий момент T процес перейшов до стану e_i , тобто $\xi(T) = e_i$, то призначають керівний вплив x відповідно до розподілу $\Phi_i(x)$. Вибране x визначить імовірність переходу в наступний стан $p_{ij}(x)$ і функцію розподілу $F_{ij}(t, x)$ випадкового часу t перебування в стані e_j . Ця функція розподілу дорівнює

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

Уведення операцій ТО робить процес $F(t)$ зміни стану системи керованим ергатичним марковським процесом. Матриця ймовірностей переходів такого процесу $\{p_{ij}\}$ створюється в результаті множення матриці рішень R на матрицю ймовірностей переходів некерованого ланцюжка Маркова Q .

$$p_{ij} = \sum_{s=0}^F q_{is} r_{sj}, \quad i, j = 0 \dots F.$$

У керованого процесу з'являються стаціонарні ймовірності π перебування системи в будь-якому стані $i = 0 \dots F$.

Ймовірності окремих станів для керованого процесу $\xi(t)$ задовольняють систему рівнянь

$$\pi_j = \sum_{i=0}^F \pi_i p_{ij}, \quad j = 0 \dots F; \quad \sum_{j=1}^F \pi_j = 1, \quad \pi_i \geq 0.$$

Математичне очікування виграшу й витрат за один хід становить: $M_g = \sum_{i=0}^F \sum_{j=0}^F \sum_{s=0}^F \pi_i r_{is} q_{sj} (f_{sj} + h_{sj}) + \sum_{i=0}^F \sum_{s=0}^F \pi_i r_{is} g_{is}$, де перший член являє собою дохід й витрати на контроль, а другий — витрати на ТО.

Для полумарковських моделей вираз для середнього питомого виграшу $\tilde{\rho} = \sum_{i=0}^F g_i \pi_i / \sum_{i=0}^F \tau_i \pi_i$, де π_i — стаціонарні ймовірності вкладеного ланцюжка Маркова; g_i — середній виграш за період перебування системи в стані e_i .

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

де τ_i — середній час перебування процесу в стані e_i до першого виходу з нього:

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

В полумарковських процесах вихідна інформація у вигляді матриці перехідних ймовірностей $P = [P_{ij}]$ та законів розподілу $F(x)t = [F_{ij}(x)]$ дозволяє врахувати як елемент випадковості у виборі поведінки (у прийнятті рішення, унаслідок помилок виконання і т. ін.) на основі ймовірностей P_{ij} , так і елемент випадковості у тривалості виконання операцій на основі законів розподілу $F_{ij}(x)$. Однак апарат полумарковських процесів не дає змоги моделювати виконані операції й кінцеву кількість виконуваних операцій. Отже, вони задовольняють тільки вимоги оцінювання процесу, але основним їх недоліком є неадекватність логіці процесів функціонування.

Реальному стану відповідає така модель виникнення й усунення відмов АТ. Вважатимемо, що всі агрегати літака розподілені на три

групи. Виникнення відмов агрегатів першої групи описується функцією надійності F_1 . Ці відмови можуть виявлятися у польоті або під час оперативно-технічного обслуговування (ОТО). Відмови другої групи (функція надійності F_2) виявляються й усуваються за Ф1. Відмови агрегатів та вузлів третьої групи (функція надійності F_3) виявляються за програмою Ф2.

Позначимо нулем стан, коли відмови відповідного типу немає, та одиницею, коли відмова є; дістаємо умовний запис стану всього літака у вигляді тризначної комбінації:

000 — літак справний і готовий до польотів, відмов немає;

100 — літак несправний, відмови є в агрегатах, що перевіряються під час ОТО;

101 — літак несправний, відмови є в агрегатах, що перевіряються під час ОТО і Ф2;

111 — літак несправний, відмови є в усіх групах агрегатів.

Перша цифра 2 означає, що на літаку проводяться роботи й контрольні операції з ОТО. У цей час можуть бути стани:

200 — літак справний, але до польотів не готовий, бо на ньому ведуться роботи;

201 — на літаку в процесі ОТО виявлено й усунено відмову, після проведення робіт відмов більше немає;

202 — після усунення відмов, що були виявлені під час ОТО, на літаку залишилися ще відмови, які можна виявити тільки за наявності контролю за більш широкою програмою.

Аналогічно з цифри 3 починаються стани, коли літак проходить Ф1 і з цифри 4 — Ф2.

З цифри 5 починаються всі стани використання літака за призначенням. У процесі користування можливі такі випадки:

500 — літак справний й використовується з максимальною ефективністю;

501 — під час польоту було виявлено відмову, усунення якої приведе літак у справний стан;

502, 503 — у польоті виявилася відмова, усунення якої не приведе літак у справний стан;

511, 512, 513 — літак несправний, але в польоті відмов не виявилася.

Граф, що характеризує появу й усунення відмов у процесі експлуатації авіаційної техніки з урахуванням усіх перелічених станів, наведений на рис. 4.22.

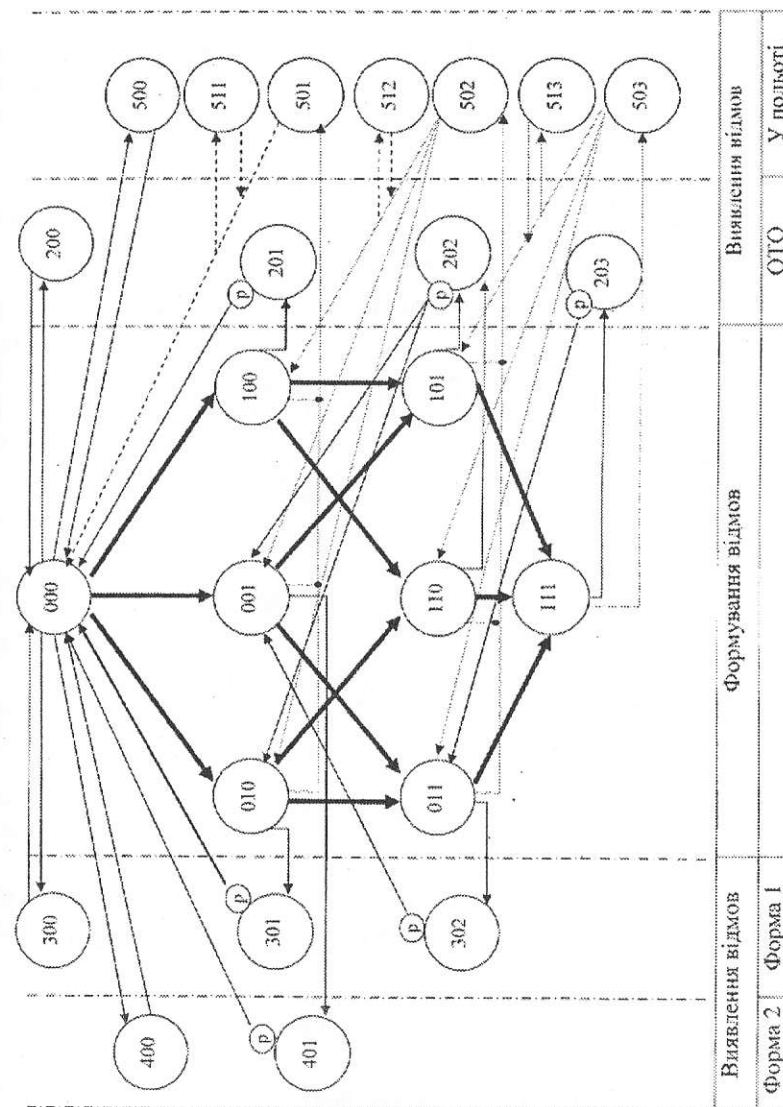


Рис. 4.22. Граф станів ПС у процесі експлуатації

Перехідні ймовірності зі стану e_i до стану e_2, e_3, e_4 дорівнюють:

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

$$P_{i3} = \sum_{v=0}^{\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2}} \bar{F}_3[(v+1)\Delta t_2] [\bar{F}_2(\Delta t_2)]^v [F_1(\Delta t_1)]^{(v+1)n_2} F_2(\Delta t_2) + \\ + \sum_{v=0}^{\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2}} \sum_{k=0}^{\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} \bar{F}_3(v\Delta t_2 + (k+1)\Delta t_1) [\bar{F}_2(\Delta t_2)]^v \bar{F}_2(k\Delta t_1) \times \\ \times [F_1(\Delta t_1)]^{v m_2 + k} \int_0^{\Delta t_1} F_2(k\Delta t_1 - \Theta) dF_1(\Theta).$$

$$P_{i4} = \sum_{v=0}^{\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2}} \bar{F}_1(v\Delta t_2) \bar{F}_3(v\Delta t_2) \bar{F}_2(v\Delta t_2) \times \\ \times \int_{t_2^v}^{\Delta t_2^{v+1}} \bar{F}_1(\Theta) F_3(v\Delta t_2 - \Theta) dF_2(\Theta) = \\ = \sum_{v=0}^{\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2}} \bar{F}_3(v\Delta t_2) [\bar{F}_2(\Delta t_2)]^v [F_1(\Delta t_1)]^{v n_2} \times \\ \times \int_0^{\Delta t_2} \bar{F}_1(\Theta) F_3((v+1)\Delta t_2 - \Theta) dF_2(\Theta).$$

Якщо відмови виникають згідно з функцією надійності $F(\Theta)$ у випадковий момент часу Θ , то ймовірність їх вияву в польоті до моменту x :

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

В практичних розрахунках достатньо брати $1 - P_3(x - \Theta) = e^{-q(x - \Theta)}$ тому, що відмови виявляються рідко.

Загальна характеристика технічної системи як об'єкта експлуатації з урахуванням різних за своєю природою властивостей, дає

можливість у методичному плані розглядати питання синтезу складних систем та їх експлуатації на основі загальних критеріїв.

Функціональні мережі (ФМ) на сьогоднішній день мають найбільші можливості опису й оцінки процесів функціонування систем людина—машина порівняно з описаними раніше методами, а також іншими моделями. Вони є продовженням та розвитком формальної мови узагальненого структурного методу (УСМ).

Формально процес функціонування в УСМ визначається у вигляді кортежу з трьох елементів:

$$\Phi = \langle Snt \Phi, Sem \Phi, Aks \Phi \rangle,$$

де $Snt \Phi = \langle Snt \Phi E, Snt \Phi C \rangle$ — синтаксис різних фрагментів діяльності (функціональних одиниць і структур); $Sem \Phi = \langle Sem \Phi E, Sem \Phi C \rangle$ — семантика різних фрагментів діяльності; $Aks \Phi = \langle Aks \Phi E, Aks \Phi C \rangle$ — аксіологія (оцінка) різних фрагментів діяльності (функціональних одиниць і структур).

Імовірнісно-алгоритмічна складова задається четвіркою множин:

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

де $\bar{U} = (A, \bar{B}, \bar{C}, \dots)$ — множина функціональних одиниць; $B = (\alpha, \beta, \gamma, \dots)$ — множина функціональних логічних одиниць; Ω_1 і Ω_2 — множина логічних і функціональних операторних структур.

Логічні й функціональні операторні одиниці визначимо як пари виду:

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

де $A(\alpha)$ — оператор (умова); $\chi_A(\chi_\alpha)$ — кортеж характеристик якості і часу виконання оператору A (умови α).

Логічні і функціональні операторні структури визначимо як пари виду:

$$\bar{A}_1 A_2 = \langle A_1 A_2, \chi_{A_1} \chi_{A_2} \rangle; \\ \alpha(A_1 \vee A_2) = \langle \alpha(A_1 \vee A_2), \chi_\alpha(\chi_{A_1} \vee \chi_{A_2}) \rangle; \\ \alpha\{A\} = \langle \alpha\{A\}, \chi_\alpha\{\chi_A\} \rangle; [A_1, A_2] = \langle [A_1, A_2], [\chi_{A_1}, \chi_{A_2}] \rangle; \\ \alpha_1 \alpha_2 = \langle \alpha_1 \alpha_2, \chi_{\alpha_1} \chi_{\alpha_2} \rangle; \alpha_1 \vee \alpha_2 = \langle \alpha_1 \vee \alpha_2, \chi_{\alpha_1} \vee \chi_{\alpha_2} \rangle; \\ \bar{\alpha} = \langle \bar{\alpha}, \chi_{\bar{\alpha}} \rangle; \bar{\beta} = \bar{A} \bar{\alpha} = \langle A \alpha, \chi_A \chi_\alpha \rangle,$$

в яких ліві частини — це описувані операції із множин Ω_1 та Ω_2 , а праві — відповідні розрахункові операції над кортежами характеристик якості й вартості виконання вхідних операторів та умов.

Крім того, з'являється можливість формалізації процедур аналізу і синтезу якості на основі формальної граматики:

$$\Phi = \langle V_m, V_n, S, \Pi_1 \cup \Pi_2 \cup \Pi_3 \rangle,$$

де $V_m = U \cup B$ — множина базових елементів; $V_n = \Omega_1 \cup \Omega_2$ — множина синтаксичних правил; S — аксіома (алгоритмічний опис вихідного варіанта трудового процесу); Π_1, Π_2, Π_3 — множини, які спрощують, укрупнюють та поліпшують підстановку.

Завдання аналізу якості розв'язується через перехід від алгоритмічного опису трудового процесу до відповідного матрично-ймовірносного опису за такими правилами:

Логічні функціональні структури (множина Ω_1):

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

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

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

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

Операторні функціональні структури (множина Ω_2):

$$B = A_1 A_2 \Rightarrow P_B = P_{A_1} P_{A_2}; C_B = C_{A_1} + C_{A_2};$$

$$C = {}_\alpha(A_1 \vee A_2) \Rightarrow P_C = P_\alpha (K_\alpha^1 P_{A_1} + K_\alpha^0 P_{A_2}); C_C = C_\alpha + (1-b)C_{A_1} + bC_{A_2};$$

$$D = {}_\alpha\{A\} \Rightarrow P_D = P_\alpha (I - K_\alpha^0 P_\alpha)^{-1} K_\alpha^1; C_D = C_\alpha + b \frac{C_\alpha + C_A}{1-b};$$

$$G = [A_1 A_2] \Rightarrow P_G = P_{A_1} P_{A_2}; C_G = (C_{A_1} + C_{A_2}) \text{ або } \max(C_{A_1}, C_{A_2}),$$

де b — імовірність, яка обчислюється через елементи матриць P_α , K_α^1 і K_α^0 .

Зазначимо, що ці правила, на відміну від відомих моделей оцінки якості виконання алгоритмічних процесів, дають змогу одночасно враховувати дефекти різних типів.

Розроблений на функціонально-структурній теорії підхід обумовлює потребу врахування таких особливостей у моделюванні людського фактора (ЛФ):

- цілеспрямованість поведінки людини;
- різномірність елементів, наявних у виконанні кожної технологічної операції (людина та засоби, якими вона користується);

– існування переривання у ЛФ внаслідок відмов та помилок людини під час виконання технологічних операцій;

– існування міркувально-планувальних і виконавчих дій людини;

– можливість перебудування діяльності людини в разі зміни ситуативних умов (виникнення дефіциту часу, емоційних факторів тощо);

– існування змін у характеристиках дій людини (коливання затрат часу, втома та ін.).

Такий підхід відкриває великі можливості для моделювання змін у характеристиках дій людини; для перебудування поведінки в разі зміни ситуативних умов; для змінення цілей із деякої їх множини тощо, котрих не дають ні один із вищезазначених методів моделювання системи людина—машина.



Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте основні причини інцидентів через недоліки технічного обслуговування повітряних суден.
2. Назвіть основні групи факторів, які впливають на якість технічного обслуговування повітряних суден.
3. Наведіть приклади розподілу помилок інженерно-технічного складу за окремими факторами та дайте пояснення характеру їх зміни.
4. Визначте схеми обліку контрольних операцій та наведіть вирази оцінки якості технічного обслуговування виробів авіаційної техніки.
5. Охарактеризуйте основні роботи з технічного обслуговування, які визначають рівень експлуатаційної технологічності.
6. Наведіть вирази для кількісного оцінювання якості робіт з технічного обслуговування повітряних суден.
7. Накресліть граф станів повітряних суден у процесі експлуатації.



Розділ 5

КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

5.1. Формалізація процесу забезпечення якості та ефективності технічного обслуговування авіаційної техніки

Технологічні процеси ТО і контроль якості робіт мають людино-машинний характер, що забезпечує необхідний рівень надійності систем ПС та є найважливішою цільовою функцією кожної організації ТО.

Для якнайповнішого врахування різноманітних факторів, що впливають на якість ТО, організацію ТО розглядатимемо як трудову систему, котру визначимо як об'єкт виду $\langle X, H, S, F, Y \rangle$, де X — предмети праці (авіаційна техніка); H — суб'єкти праці (авіаційні спеціалісти); S — знаряддя праці (технічні засоби); Y — продукт праці (збереження льотної придатності ПС); F — трудовий процес, у результаті виконання котрого забезпечується Y об'єктів експлуатації X за допомогою H і S .

У багатьох практично важливих випадках завдання на якісне ТО зручно формулювати у вигляді наступної задачі — знайти такі X , H , S і F , для котрих

$$P_Y(H, X, S, F) \geq P_Y^d$$
$$C_Y(X, H, S, F) \rightarrow \min,$$

де $P_Y(X, H, S, F)$ — функціонал, що характеризує залежність імовірності відсутності помилок авіаційного персоналу під час ТО АТ; $C_Y(X, H, S, F)$ — функціонал, що характеризує середні витрати на проведення ТО; P_Y^d — мінімально допустиме значення P_Y .

Управління якістю ТО являє собою зміну властивостей елементів системи H , S і властивостей трудового процесу F , в якому мета системи Y залишається незмінною, але такою, у котрої необхідним

чином змінюються показники якості P_Y та вартість C_Y досягнення мети.

Методика проектування трудового процесу складається з трьох етапів. На *першому етапі* будується ієрархічна система ймовірно-алгоритмічних моделей трудового процесу, котрий розгортається до рівня елементарних трудових операцій. Показники безпомилковості і часу виконання останніх подаються у вигляді регресійних моделей, що відбивають вплив різних факторів \bar{X}_d .

На *другому етапі* за відомими вимогами до допустимих значень якості P_n^d та витрат C_Y^d на рівні підприємств визначаються допустимі значення аналогічних показників на рівнях технологічних процесів ($P_{т.п}^d$, $C_{т.п}^d$) і технологічних операцій ($P_{т.о}^d$, $C_{т.о}^d$).

На *третьому етапі* здійснюються аналіз та синтез трудового процесу, починаючи з рівня технологічних операцій. При цьому оптимальні значення керованих змінних і цільових функцій (\bar{X}_i^{opt} , \bar{P}_i^{opt} , \bar{C}_i^{opt}), які знайдено на нижчому i -му рівні, використовуються вихідні дані на вищому ($i + 1$)-му рівні.

Якість функціонування ергатичної системи залежить від правильності планування технічного обслуговування й забезпеченості процесів ТО необхідними ресурсами, продуктивності та здатності системи зберігати стійкість запланованого процесу функціонування (надійність функціонування). Цю залежність показано на рис. 5.1.

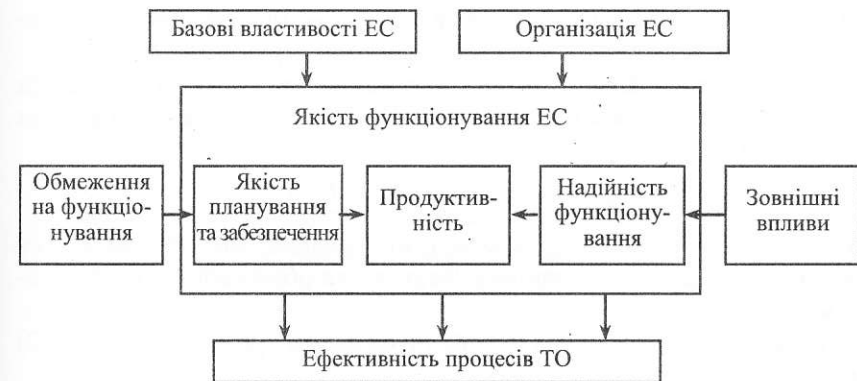


Рис. 5.1. Фактори, що визначають ефективність ергатичної системи

Це викликано тим, що, на відміну від технічних систем, котрі використовують тільки процес функціонування, в ЕС здійснюються процеси підготовки виробництва, за яких можлива поява функціональних або організаційних відмов (брак трудових або матеріальних ресурсів, збій у взаємодії служб підприємства та ін.).

Надійність функціонування ергатичної системи можна уявити як складену зі структурної та функціональної надійності. Структурної складової стосуються й результати, одержані в теорії надійності, а для функціональної складової, що відбиває часові нестійкі відмови, — помилки людини, збої в роботі засобів ТО або систем ПС.

Викладена раніше структура властивостей, з яких складається якість функціонування ЕС, покладена в основу вибору номенклатури показників якості технологічних процесів технічного обслуговування АТ.

Ефективність ергатичної системи (E_c) забезпечується (рис. 5.2) через показники якості її функціонування F_c , показники продуктивності, показники надійності з урахуванням можливих зовнішніх впливів системного рівня Z_c й керівних факторів X_c :

$$E_c = f[F_c, X_c, Z_c].$$

Показники F_c залежать від показників якості виконання окремих задач F_3 та структури їх логіко-часового взаємозв'язку L_{c-3} :

$$F_c = \varphi [F_{3i}, X_{3i}, Z_{3i}, L_{c-3}, U_{c-3}, G_{c-3}],$$

де X_3 — керівні фактори, якими управляють; Z_{3i} — збурювання, що впливають на якість виконання задачі; U_3 — обмеження, що впливають на структуру; G_3 — керовані фактори структури.

Аналогічно показник якості виконання задачі F_3 залежить від якості виконання окремих операцій F_0 та логіко-часової структури операцій L_{3-0} :

$$F_3 = \gamma [F_{0i}, X_{0i}, Z_{0i}, L_{3-0}, U_0, G_0],$$

де X_{0i}, Z_{0i} — керовані фактори і збурювання, що впливають на якість робіт; U_0, G_0 — керовані фактори та обмеження, що впливають на структуру.

Подана схема формування показників якості процесів ТО (рис. 5.2) має такі принципові особливості:

– порівневе обчислення показників F_i , що дозволяє розчленити складні процеси на більш прості;

– окреме врахування параметрів і структури системи уможливує як структурну, так і параметричну оптимізацію;

– порівневе врахування збурювальних та керівних факторів дає змогу оцінити їх вплив на відповідному їм масштабу рівні.

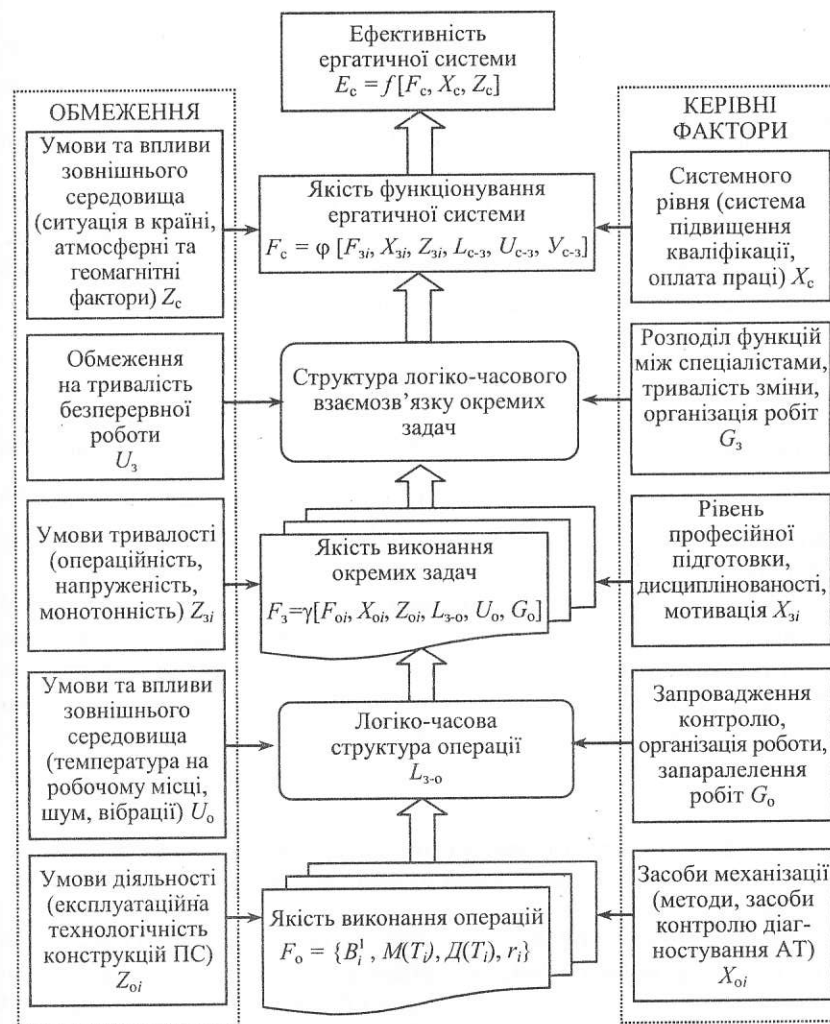


Рис. 5.2. Схема формування ефективності та показників якості процесів технічного обслуговування АТ

Згідно з наведеною на рис. 5.2 схемою дістаємо такі оцінки показників якості робіт з ТО АТ:

На рівні операцій:

$$F_0 = \{B_i^1, M(T_i), D(T_i), r_i\},$$

де B_i^1 — імовірність безпомилкового виконання i -ї операції; $M(T_i)$, $D(T_i)$ — математичне очікування та дисперсія часу виконання i -ї операції; r_i — витрати.

На рівні задач:

$$F_3 = \{P_3^1, M(T_3), D(T_3)\},$$

де P_3^1 — імовірність безпомилкового виконання задачі; $M(T_3)$, $D(T_3)$ — математичне очікування та дисперсія часу виконання задачі.

На рівні системи:

$$F_c = \{P_c^1, Q_3^1(t), U(r)\},$$

де P_c^1 — імовірність безпомилкового розв'язання всіх задач, які стоять перед організацією ТО; $Q_3^1(t)$ — імовірність своєчасного розв'язання всіх задач; $U(r)$ — імовірність достатності виділених ресурсів для розв'язання задач.

Отже, описаний підхід відображає цілеспрямованість ергатичної системи, дає можливість ураховувати вплив випадкових факторів як на показники якості процесів ТО, так і на їхню структуру, що забезпечує керованість процесів технічного обслуговування АТ завдяки поліпшенню базових (X_0, X_3, X_c) і структурних (G_0, G_3) елементів системи.

5.2. Модель технологічного процесу технічного обслуговування авіаційної техніки

Інженерно-технічне забезпечення льотної придатності ПС — це сукупність організаційних, технічних і технологічних заходів, що виконуються персоналом експлуатаційних організацій у процесі підготовки ПС до польотів і ТО АТ.

Виконання робіт з технічного обслуговування АТ можна подати як таку послідовність складових:

$$\Phi = \Phi[\Gamma_0(X), \Gamma_f(X), F_f(X)],$$

де $\Phi(x)$ — виконання заданої функції в умовах X ; $\Gamma_0(x)$ — стан системи ТО в момент надходження заявки; $\Gamma_f(x)$ — властивість стійкості ергатичної системи; $F_f(x)$ — якість виконання заданої функції в умовах X .

Початковий стан ергатичної системи $\Gamma_0(x)$ визначає можливість початку виконання робіт з ТО. При цьому враховуються: наявність необхідних для даної роботи (вільних на момент надходження заявки) авіаційних спеціалістів і технічних засобів ТО; їхня підготовленість і організованість; наявність технології і необхідних ресурсів для виконання даної функції.

$$\Gamma_0(X) = \Phi_\Gamma[P(X), S(X)],$$

де $P(x)$ — можливості даної ергатичної системи до виконання робіт з ТО в умовах X ; $S(x)$ — ступінь готовності ергатичної системи до виконання робіт з ТО.

У процесі виконання робіт з ТО АТ ергатична система має підтримувати працездатність R_f , організованість E_f , технологію T_f та цільовизначеність Q_f протягом усього часу виконання заданої функції. Ця властивість стійкості ($\Gamma_f(x)$) вміщує ті самі компоненти, що й $S(x)$:

$$\Gamma_f(X) = \Phi_\Gamma[R_f, E_f, T_f, Q_f].$$

Якість виконання робіт залежить від низки таких складових:

$$F_f(X) = \Phi_F[U, Y, Q],$$

де U — своєчасність початку виконання робіт; Y — міра успішності виконання робіт з ТО в умовах X (готовність до виконання, додержання технології, безпомилковість, точність); Q — властивість, що характеризує якість контролю виконання заданих функцій.

Отже, створюється досить складна структура факторів, які впливають на якість процесів ТО АТ, котра охоплює як організаційні, так і виконавчі аспекти діяльності авіаційних спеціалістів.

Для оцінки процесу ТО в цілому необхідно зібрати в єдину систему показники складових процесу та встановити між ними зв'язок за допомогою логіко-ймовірнісної схеми. Логіко-ймовірнісна схема являє собою орієнтований граф, що складається з двох частин —

декомпозиційної та агрегаційної, з дугами, на котрих відображаються логічні взаємозв'язки та події, задані ймовірності виходів, а на тих, що відображають дію, — час виконання роботи (рис. 5.3).

У декомпозиційній частині моделі здійснюється розгалуження на таку кількість дуг, котра відповідає повній групі неспільних подій. Відповідність (невідповідність) окремого процесу вимогам позначено 1 (0). Визнані (ідентифіковані) як правильно (неправильно) виконаний процес позначені іншим індексом 1(0).

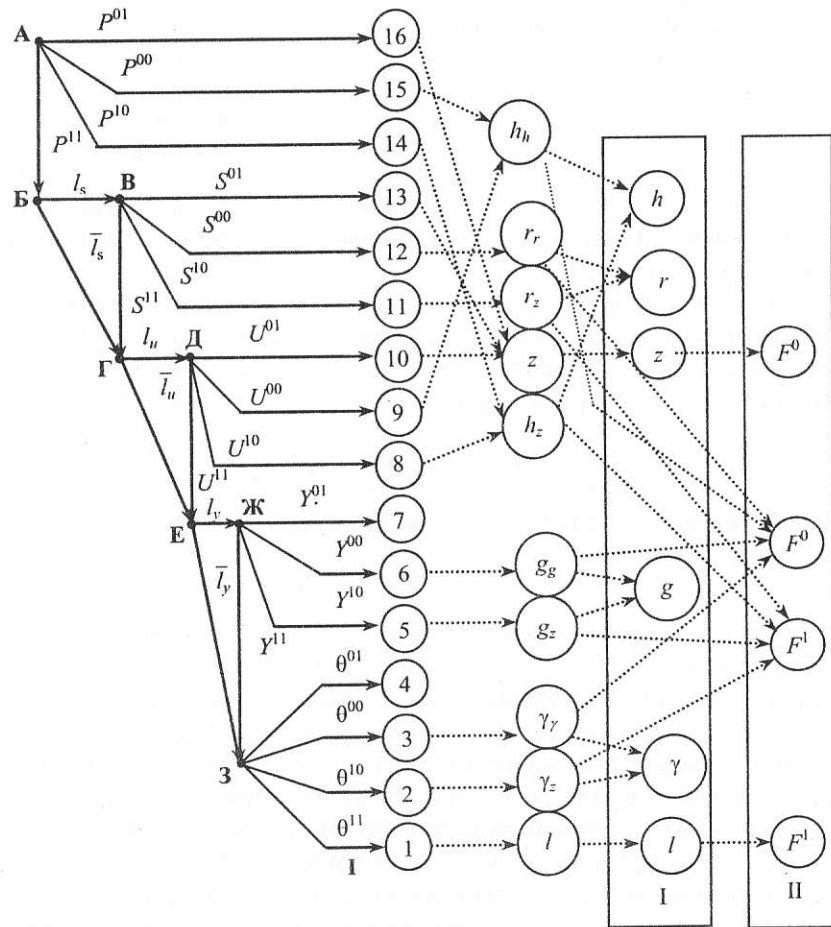


Рис. 5.3. Логіко-ймовірнісна модель процесів ТО АТ

Одержані за результатами розгалуження сукупності вершин аналізуються щодо того, в якому вигляді виявляється кожна вершина. Потім ці вершини об'єднуються в групи за принципом однакової форми їх вияву.

Отже, декомпозиція здійснюється логіко-часовою послідовністю подій, а агрегації — за формою вияву або за характером результату.

У дослідженні процесів ТО деяких з перелічених факторів або їх складових може не бути (або вони не враховуються в дослідженні визначених випадків). Для цього в модель уведено бульові змінні l_i та \bar{l}_i , котрі визначають наявність у моделі наступних за нею i -функцій.

Для $l_i = 1$ процес ураховує дану складову, а для $l_i = 0$ процес реалізується за дугами \bar{l}_i (БГ, GE, E3).

Змістовне розшифрування результируючих подій декомпозиційної частини моделі таке:

I — успішне закінчення сукупності робіт;

γ_γ (γ_z) — безрезультатне (помилково ідентифіковане як безрезультатне) закінчення сукупності робіт;

z — закінчення робіт із прихованим дефектом;

g_g (g_z) — переривання процесу через фактичне (помилкове) виявлення помилки;

r_r (r_z) — переривання процесу через фактичне (помилкове) виявлення структурно-організаційної відмови;

h_h (h_z) — подія, яка складається з того, що ТО не було почато правильно (помилково).

В агрегаційній частині моделі об'єднання можна провадити за двома ознаками:

I — за формою вияву, без диференціації подій на безпомилкові та помилкові згідно з наведеними раніше позначеннями;

II — за характером результату процесу ТО в цілому.

Імовірності вияви k -ї події являють добуток імовірностей появи окремих складових, які утворюють шлях, а час його появи — суму часу, який затрачається на виконання окремих операцій, що входять у цей шлях. В агрегаційній частині у зв'язку з тим, що об'єднуються в групи неспільні події, імовірності окремих виходів підсумовуються.

У результаті декомпозиції дістаємо такі ймовірнісні характеристики:

$$\begin{aligned}
P_1 &= P''(l_s S'' + l_s)(l_u U'' + l_u)(l_y Y'' + l_y) Q^{11}; \\
P_2 &= P''(l_s S'' + l_s)(l_u U'' + l_u)(l_y Y'' + l_y) Q^{10}; \\
P_3 &= P''(l_s S'' + l_s)(l_u U'' + l_u)(l_y Y'' + l_y) Q^{00}; \\
P_4 &= P''(l_s S'' + l_s)(l_u U'' + l_u)(l_y Y'' + l_y) Q^{01}; \\
P_5 &= P''(l_s S'' + l_s)(l_u U'' + l_u) l_y Y^{10}; P_6 = P''(l_s S'' + l_s)(l_u U'' + l_u) l_y Y^{00}; \\
P_7 &= P''(l_s S'' + l_s)(l_u U'' + l_u) l_y Y^{01}; P_8 = P''(l_s S'' + l_s) l_u U^{10}; \\
P_9 &= P''(l_s S'' + l_s) l_u U^{00}; P_{10} = P''(l_s S'' + l_s) l_u U^{01}; \\
P_{11} &= P'' l_s S^{10}; P_{12} = P'' l_s S^{00}; P_{13} = P'' l_s S^{01}; \\
P_{14} &= P^{10}; P_{15} = P^{00}; P_{16} = P^{01}.
\end{aligned}$$

Часові характеристики:

$$\begin{aligned}
T_{\Sigma 1} &= T_1 = T_4 = l_s T'_s + l_u T'_u + l_y T'_y + T'_0; \\
T_{\Sigma 2} &= T_2 = T_3 = l_s T'_s + l_u T'_u + l_y T'_y + T_0^0; \\
T_{\Sigma 4} &= T_5 = T_6 = l_s T'_s + l_u T'_u + l_y T_y^0; \\
T_{\Sigma 3} &= T_7 = T_{10} = T_{13} = T_{16} = l_s T'_s + l_u T'_u + l_y T'_y; \\
T_{\Sigma 5} &= T_8 = T_9 = l_s T'_s + l_u T_u^0; T_{\Sigma 6} = T_{11} = T_{12} = l_s T_s^0; \\
T_{14} &= T_{15} = 0,
\end{aligned}$$

де T^α — час виконання (математичне очікування, дисперсію) функції у повному обсязі ($\alpha = 1$) або до моменту переривання процесу у зв'язку з виявленням відхилень від вимог ($\alpha = 0$).

Розглянемо характеристики для агрегаційної частини моделі.

Імовірнісні характеристики за I типом:

$$\begin{aligned}
P(l) &= P_1; & P(z) &= P_4 + P_7 + P_{10} + P_{13} + P_{16}; \\
P(g) &= P_5 + P_6; & P(r) &= P_{11} + P_{12}; \\
P(\gamma) &= P_2 + P_3; & P(h) &= P_8 + P_9 + P_{14} + P_{15}.
\end{aligned}$$

Часові характеристики за групами виходу подій:

$$\begin{aligned}
T_l &= l_s T'_s + l_u T'_u + l_y T'_y + T'_0; & T_\gamma &= l_s T'_s + l_u T'_u + l_y T'_y + T_0^0; \\
T_z &= l_s T'_s + l_u T'_u + l_y T'_y; & T_g &= l_s T'_s + l_u T'_u + l_y T_y^0; \\
T_r &= l_s T'_s + l_u T_u^0; & T_h &= \frac{1}{h} [(P_8 + P_9)(l_s T_s^0 + l_u T_u^0)].
\end{aligned}$$

Імовірнісні характеристики за груповими виходами II типу:

$$\begin{aligned}
F^{11} &= P_1; & F^{10} &= P_2 + P_5 + P_8 + P_{11} + P_{14}; \\
F^{00} &= P_3 + P_6 + P_9 + P_{12} + P_{15}; & F^{01} &= P_4 + P_7 + P_{10} + P_{13} + P_{16}.
\end{aligned}$$

Часові характеристики за груповими виходами II типу:

$$T^{11} = T^{01} = T_{\Sigma 1}; T^{10} = 1/F^{10} (P_2 T_{\Sigma 2} + P_5 T_{\Sigma 4} + P_8 T_{\Sigma 5} + P_{11} T_{\Sigma 6});$$

$$T^{00} = \frac{1}{F^{10}} (P_3 T_{\Sigma 2} + P_6 T_{\Sigma 4} + P_9 T_{\Sigma 5} + P_{12} T_{\Sigma 6}).$$

Наведені щойно комплекси формул для ймовірнісно-часових характеристик процесів ТО і являють базову модель процесів функціонування ергатичної системи.

5.3. Моделі типових функціональних структур комплексу робіт з технічного обслуговування авіаційної техніки

Функціональна структура є сукупністю робочих операцій — функціональних елементів діяльності людини, яка визначає логіко-часову послідовність їх виконання й зв'язок між ними для досягнення поставленої мети.

Модель типової структури робіт являє собою функціональну мережу у вигляді *графа робіт*, функціонування якого описується *графом подій* у вигляді полумарковського процесу з кінцевою кількістю станів ергатичної системи (рис. 5.4). Результуючими показниками типових структур є:

- β'_s — імовірність безпомилкового виконання типової функціональної структури;
- MT_s — математичне очікування часу виконання структури робіт;
- DT_s — дисперсія часу виконання типової функціональної структури робіт.

Побудова математичних моделей (ММ) типових функціональних структур робіт авіаційних спеціалістів для ТО ПС і оцінка результатуючих показників здійснюються в такому порядку:

На основі інженерно-логічного аналізу процесу виконання структури робіт складається граф робіт, котрий перетворюється у граф подій.

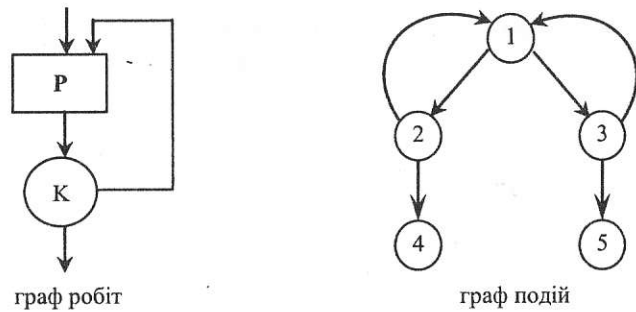


Рис. 5.4. Робоча операція з функціональним контролем

На дугах графа подій проставляються ймовірнісні й часові характеристики та здійснюється нумерація вершин графу. Вихідним вершинам присвоюють номери від 1 до S ; початковим вершинам — від $S+1$ до $S+V$, а перехідним (транзитивним) вершинам — від $S+V+1$ до N , де N — кількість вершин у графі.

У побудові ММ типових функціональних структур береться допущення про сталість ймовірнісних і часових елементарних операцій.

Укрупнення вершин провадиться на основі перетворення вихідного графу до еквівалентного графу, який не вміщує транзитивних вершин.

Після перетворення вихідного графу виконується розрахунок ймовірнісних та часових характеристик за узагальненими формулами:

$$\beta'_S = \sum_{S+i \in R} W_{S+i} a^j_{S+i} \frac{1 - (a^{S+i})^m}{1 - a^{S+i}}, \quad MT_S =$$

$$= \sum_{S+i \in R} MW_{S+i} \left(MT_{S+i} + ML_{S+i} (m) \sum_{j=1}^{S+i} MT_{S+i}^j Ma^j_{S+i} \right),$$

$$DT_S = \sum_{S+i \in R} (MW_{S+i})^2 \left\{ DT_{S+i} + DL_{S+i} [DT_{S+i} + (MT_{S+i})^2] + [ML_{S+i}]^2 DT_{S+i} \right\},$$

де $R = \{1, \dots, j, \dots, S\}$ — множина рекурентних вершин, котрі утворюються після об'єднання транзитивних вершин у вихідному графі; $\{W_{S+i}\} = \{W_{S+1}, \dots, W_{S+i}, \dots, W_{S+V}\}$ — множина ймовірнісних переходів за один хід з вершини f до вершин $(S+i) \in R$; $\{a^j_{S+i}\} = \{a^1_{S+i}, \dots, a^j_{S+i}, \dots, a^S_{S+i}\}$ — множина ймовірностей переходів за

один хід з вершин $(S+i) \in R$ до вершин $j \in A$; $\{a^{S+i}\} = \{a^{S+1}, \dots, a^{S+i}, \dots, a^{S+V}\}$ — множина ймовірностей переходів за один хід з вершин $(S+i) \in R$ до вершин $(S+i) \in R$; $\{T_{S+i}\} = \{T_{S+1}, \dots, \dots, T_{S+i}, \dots, T_{S+V}\}$ — множина значень часових витрат на один хід переходу з вершини f до вершин $(S+i) \in R$; $\{T^j_{S+i}\} = \{T^i_{S+i}, \dots, T^j_{S+i}, \dots, T^S_{S+i}\}$ — множина значень часових витрат на один хід переходу з вершини $(S+i) \in R$ до вершин $j \in A$; $A = \{1, \dots, j, \dots, S\}$ — множина кінцевих вершин, які відповідають можливим виходам закінчення структури.

Практична реалізація функціональних структур здійснюється різними варіантами:

- комплекс робочих операцій, які виконуються послідовно;
- паралельне виконання робочих операцій;
- оцінка технічного стану виробів АТ з відновленням.

Такими алгоритмами описується процес підготовки ПС до вильоту або проведення ТО й усунення несправностей за оперативними видами ТО, якщо немає контролю якості їх виконання (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Моделі формування якості робіт за оперативними видами ТО ПС

Граф робіт	Граф подій	ММ функціональної структури
Послідовне виконання комплексу робочих операцій		
		$\beta'_S = a = \prod_{i=1}^n \beta^1_i;$ $MT_S = \sum_{i=1}^n MT_i;$ $DT_S = \sum_{i=1}^n DT_i$

Граф робіт	Граф подій	ММ функціональної структури
Паралельне виконання комплексу робочих операцій		
		$\beta_s^1 = \prod_{i=1}^n \beta_i^1;$ $MT_s = \max\{MT_1, MT_2\};$ $DT_s = \max\{DT_1, DT_2\}$
Діагностування виробів АТ з відновленням		
		$\beta_s^1 = \Pi^{11} + (\Pi^{10} + \Pi^{00}) \times$ $\frac{R^1 \Pi^{11}}{1 - (R^1 \Pi^{10} + R^0 \Pi^{00})};$ $MT_s = MT_b + M_b +$ $+ (MT_r + MT_n) \frac{1}{1 - M_{b1}};$ $DT_s = DT_n + M_b^2 \left\{ (DT_r + DT_n) + \right.$ $\left. + (MT_n + MT_r)^2 \right\} \frac{M_{b1}}{(1 - M_{b1})^2}.$

Одним з основних способів підвищення надійності діяльності виконавця є запровадження різних форм контролю за безпомилковістю його роботи. У табл. 5.2 подана (РК) для оцінки діяльності спеціаліста, який виконує комплекс робочих операцій (Р) з контролем (К) якості їх виконання.

За сприятливого результату контролю діяльність вважається закінченою, а за несприятливого — повторно виконується блок Р, за котрим іде контроль, і т. д. Кількість циклів повторень обмежена величиною $m = 2$.

При ТО АТ контроль якості виконання робіт здійснюється різними способами: контроль правильності функціонування технічних систем ПС (діагностичний контроль), перевірка справності технічних засобів, які використовуються для контролю (функціональний контроль). Різновиди контролю, що здійснюються під час ТО АТ, відображені в моделях РКД та РКР.

Моделі формування якості робіт на періодичних видах ТО ПС

Граф робіт	Граф подій	ММ функціональної структури
Контроль правильності виконання робочих операцій (РК)		
		$\beta_{PK}^1 = \frac{\beta_s^1 K^{11} (1 - M_b^{m+1})}{1 - (\beta_s^1 K^{10} + \beta_s^0 K^{00})};$ $MT_{SK} = (MT_s + MT_k) \frac{1}{1 - M_b};$ $DT_{SK} = \frac{M_b}{(1 - M_b)^2} [DT_s + DT_k +$ $+ (MT_s + MT_k)^2]$ $M_b = \beta_s^1 K^{10} + \beta_s^0 K^{00}$
Діагностичний контроль (РКД)		
		$\beta_s^1 = \beta^1 K^{11} + (\beta^1 K^{10} + \beta^0 K^{00}) \times$ $\frac{\beta_n^1 \beta^1 K^{11} \{1 - [\beta_n^1 \beta^1 K^{10} + (1 - \beta_n^1 \beta^1) K^{00}]^{m+1}\}}{1 - [\beta_n^1 \beta^1 K^{10} + (1 - \beta_n^1 \beta^1) K^{00}]};$ $MT_s = MT + MT_k + M_b (MT_n + MT + MT_k) \times$ $\frac{1}{1 - M_{b1}}; DT_s = DT + DT_k + \frac{M_{b1}}{(1 - M_{b1})^2} \times$ $\times [(DT_k + DT_n + DT) M_b^2 + (MT_k + MT_n + MT)^2]$
Функціональний контроль (РКР)		
		$\beta_s^1 = \beta^1 K^{11} + (\beta^0 K^{00} + \beta^1 K^{10}) \times$ $\frac{\beta_n^1 K^{11} [1 - (\beta_n^1 K^{10} + \beta_n^0 K^{00})^{m+1}]}{1 - (\beta_n^1 K^{10} + \beta_n^0 K^{00})};$ $MT_s = MT + MT_k + M_{b1} (MT_{r1} + MT_k) \frac{1}{1 - M_{b1}};$ $DT_s = (DT + DT_k) + \frac{M_{b1}}{(1 - M_{b1})^2} \times$ $\times [(DT_k + DT_{r1}) M_b^2 + (MT_k + MT_{r1})^2]$

З урахуванням узяті методології для кожного рівня вибираються керівні фактори у вигляді набору організаційно-технологічних рішень, за допомогою котрих можна забезпечити підвищення якості ТО на вибраному рівні.

Типовими керівними факторами на етапі експлуатації є:

1. На рівні розв'язання сукупності завдань:
 - зміна кількості авіаційних спеціалістів та варіантів їх взаємодії;
 - розподіл функцій між спеціалістами;
 - вибір кількості робочих місць, бригад;
 - зміна режимів праці та відпочинку (кількість змін, тривалість роботи);
 - уведення профвідбору;
 - застосування заходів компенсації негативних впливів зовнішнього середовища.
2. На рівні розв'язання завдання:
 - зміна структури та технології розв'язання завдання;
 - розподіл функції між людиною та технікою;
 - реорганізація робочих місць;
 - підвищення вимог до кваліфікації спеціалістів, їх підбір та інформаційне забезпечення розв'язання завдань.
3. На рівні операцій:
 - запровадження контролю та його розподіл за роботами;
 - підвищення рівня навичок виконання операцій.

Кількісні значення вихідних характеристик безпомилковості і часу виконання операцій оцінюються на основі результатів експлуатації АТ та протоколів якості. Якщо немає експериментальних даних або в процесі освоєння нових типів АТ користуються методом експертних оцінок.

У процесі експлуатації вихідні характеристики уточнюються й показники типових функціональних структур стають більш адекватними реальному процесу їх функціонування.

За браку часу на виконання ТО необхідно враховувати операційну напруженість роботи авіаційних спеціалістів.

Слід наголосити, що під час виконання ТО з операційною напруженістю недовго час дефіцит часу впливає на поведінку людини як організуючий фактор. При цьому мотивація сприяє виконанню суттєвих елементарних актів у даній операції, що приводить до зменшення періоду її виконання та підвищення ймовірності виконання дій в заданий час.

За тривалої роботи дія напруження чинить дезорганізуючий вплив, через що якість роботи погіршується (зростає ймовірність помилкових дій спеціалістів). У зв'язку з цим треба звернути особливу увагу на контроль якості робіт у цих умовах.

На стадії експлуатації АТ ергономічне забезпечення полягає здебільшого в контролі та управлінні якістю діяльності авіаційних спеціалістів, підтримці їх у працездатному психофізіологічному стані, створенні умов для постійного підвищення якості роботи, включаючи й автоматизовані системи управління виробництвом.

Комплекс методів, засобів та організаційно-технічних заходів дасть змогу експлуатантові забезпечити:

- оптимальний контроль та управління якістю діяльності авіаційних спеціалістів;
- контроль функціонального стану ергатичних елементів і підтримку необхідного рівня їх працездатності;
- безпеку праці людини;
- стійку скерованість спеціалістів на високоефективну працю та вдосконалення методів використання її результатів на основі створення системи морально-психологічного й матеріально-економічного стимулювання;
- належні вимоги до необхідного рівня професійної підготовки для виконання обов'язків для кожної посади;
- підготовку, сертифікацію та підвищення кваліфікації авіаційних спеціалістів та ін.

Оцінки показників якості роботи авіаційних спеціалістів у виконанні технологічного процесу ТО АТ ґрунтуються на використанні моделей типових структур робіт і призначені для управління якістю робіт під час ТО АТ.

У разі невідповідності якості робіт з ТО заданим вимогам необхідно за допомогою впровадження заходів, що сприяють підвищенню якості робіт, провести перерахунок характеристик якості робіт типових функціональних структур та технологічного процесу ТО в цілому.

5.4. Вимоги та рекомендації до конструктивно-експлуатаційних властивостей повітряних суден щодо забезпечення якості технічного обслуговування авіаційної техніки

Забезпечення експлуатаційної та ремонтної технологічності літака пов'язане з розв'язанням конструктивно-компонувальних за-

вданих. Наведемо загальні рекомендації дещо диференційовані за окремими видами робіт, які виконуються при ТО:

1. Конструктивне виконання і розміщення агрегатів (вузлів, блоків) на борту літака має забезпечувати можливість безпомилкового виконання на ньому згідно з прийнятою технологією всіх робіт, передбачених експлуатаційною документацією, з мінімальними затратами праці та часу. Що частіше обслуговується, оглядається, контролюється, змашується, замінюється агрегат (вузол, блок) в експлуатації, то ліпшими мають бути його доступність і зручність виконання робіт.

2. Компонування комплектуючих агрегатів, вузлів і елементів конструкції літака має забезпечувати можливість поєднання максимальної кількості робіт з ТО, які виконуються різними спеціалістами, за мінімальної кількості міжопераційних переходів. Із цією метою перевагу в конструюванні треба віддавати зонному методу конструювання, формуванню спеціалізованих за системами технічних відсіків.

3. Конструктивне виконання агрегатів, блоків обладнання, елементів конструкції та їхнього кріплення в поєднанні з маркуванням має виключати можливість неправильного монтажу виробів і неправильного підімкнення комунікацій.

4. Забезпечення доступу до агрегатів і блоків обладнання для виконання профілактичних, оглядових і контрольних робіт (змашування, заміна фільтрів, перевірка тарувальної затяжки болтів кріплення, підімкнення засобів контролю) не має супроводжуватись демонтажем розміщених поряд елементів конструкції, агрегатів, блоків.

5. Для розміщення зовнішніх точок оперативного технічного й комерційного обслуговування треба забезпечувати одночасне (згідно з технологічним графіком) підімкнення всіх засобів наземного обслуговування і контролю, виконання робіт під час підготовки літака до польоту, посадки-висадки пасажирів, завантаження і вивантаження багажу, а також інших робіт зі спорядження літака.

6. Доступ до всіх точок планового оперативного ТО (особливо під час передпольотного та міжпольотного ТО) має бути «з землі» (без застосування драбин, стрем'янок, підставок або інших засобів).

7. Для підімкнення наземних засобів обслуговування і контролю мають використовуватися стандартизовані та уніфіковані роз'єми, штуцери і вузли, які виключають потребу застосування додаткових перехідних пристроїв.

8. Знімання агрегатів, блоків, вузлів конструкції з борту літака та їх розбирання в лабораторії для контролю ТС і профілактичного обслуговування мають виконуватись лише за ремонтних форм та форм ТО великої періодичності.

9. Кількість спеціального інструменту і пристроїв, які використовуються при ТО має бути мінімальна.

10. Агрегати, блоки обладнання, вузли конструкції літака мають бути захищені від потрапляння робочих рідин, атмосферних опадів, бруду, сторонніх предметів, інструменту.

11. Елементи конструкції, які зазнають впливу корозійних процесів, повинні мати надійний антикорозійний захист.

12. Деталі з неметалевих матеріалів не мають викликати корозію металевих деталей, які перебувають з ними в контакт, а також не мають зазнавати впливу мікроорганізмів і комах.

13. Підходи до дільниць і елементів конструкції, які зазнають корозії, мають допускати застосування інструментального контролю за їхнім станом в експлуатації.

14. Форма елементів та конструювання вузлів конструкції мають виключати можливість потрапляння і накопичення в них вологи, створення застійних зон. Має також виключатися можливість накопичення вологи у нижній частині фюзеляжу. У тих місцях, де можливо таке накопичення, має бути забезпечена можливість її видалення.

15. Особливу увагу потрібно приділити захисту конструкції в місцях установа акумуляторів, розміщення буфетів, кухні, туалетів.

Що стосується окремих видів вузлів та обладнання пасажирських літаків із забезпеченням експлуатаційної та ремонтної технологічності, то можна надати такі рекомендації. Експлуатаційні люки забезпечують доступ для виконання планових і відновних робіт з ТО, до розміщених всередині фюзеляжу, крила, оперення агрегатів, блоків обладнання і елементів конструкції літака. Тому від того, наскільки раціонально визначені кількість люків, їх розміщення, розміри та форма, великою мірою залежать якість і трудомісткість обслуговування відповідних елементів літака. Крім того, за невдалого вибору засобів кріплення трудомісткість відчинення і зачищення люка може суттєво позначитись на сумарній трудомісткості ТО агрегата і всього літака в цілому. Тож для формування раціональних експлуатаційних люків треба дотримуватись таких рекомендацій:

1. Розміри, форма і розміщення експлуатаційних люків мають забезпечувати зручний доступ з інструментом і пристроями до елементів конструкції, агрегатів та блоків обладнання і в першу чергу до всіх об'єктів оперативного ТО, у тому числі в спеціальному одязі.

2. Усі кришки люків, які відчиняються під час передпольотного і міжпольотного ТО, а також більшість люків, які відчиняються за інших форм оперативного ТО, мають відчинятися без застосування інструменту, мати шарнірну підвіску і фіксуватись у відчиненому стані.

3. Розміри люка й освітленість агрегатів, які обслуговуються через нього, мають забезпечувати можливість візуального контролю роботи.

4. На кришках люків або біля них має наноситись інформація про їхню належність і призначення.

До основних рекомендацій забезпечення експлуатаційної технологічності зарядно-заправних робіт та зниження трудомісткості їх обслуговування можна віднести такі:

1. Розміщення заправних штуцерів має забезпечувати зручність заправки, швидке під'єднання та роз'єднання заправних наконечників без вигину шлангів і рукавів, без застосування драбин чи стрем'янок.

2. З'єднувальні розміри, приймальна здатність, конструкція, кількість і розміщення на літаку заправних (зливних) пристроїв мають відповідати міжнародним стандартам, а якщо їх немає, то державним або галузевим.

3. Системи й агрегати літака, які потрібно заправляти робочими рідинами і газами, мають бути обладнані засобами контролю й керування процесами заправки, розміщеними поблизу штуцерів заправки в місці, зручному для спостереження й керування оператором.

При профілактичному ТО основну частину становлять роботи зі змащування вузлів і агрегатів літака. Не зважаючи на те що тривалість ТО однієї точки змащування порівняно невелика і становить здебільшого від 1 до 10 хв, сумарні затрати праці на виконання цих робіт можуть бути чималими через велику кількість таких точок. Так, на літаку Іл-86 загальна їх кількість 2050, і для обслуговування їх потрібно 137 людино-годин за середньої тривалості обслуговування однієї точки 4 хв.

З метою забезпечення необхідної якості та зниження трудомісткості змащувальних робіт для прийняття рішень з конструктивного

виконання точок змащування доцільно брати до уваги такі рекомендації:

1. Кількість точок, які змащуються в процесі експлуатації, має бути мінімальна (у шарнірних вузлах треба застосовувати матеріали, які не потребують мастила, інакше конструкція вузлів має надійно зберігати мастило в межах установлених ресурсів агрегата або вузла).

2. Розміщення точок змащування має бути таке, щоб роботи виконувалися виконавцем у зручній позі із забезпеченням можливості спостереження за процесом.

3. Доступ до точки змащування має забезпечуватися без попереднього демонтажу елементів конструкції, розміщених поряд.

4. До всіх точок змащування має забезпечуватися зручний підхід з відповідними пристроями.

5. Конструкція шарнірних з'єднань має забезпечувати надійне надходження мастила до всіх поверхонь тертя і заповнення ним усіх змащувальних порожнин.

6. Типи маслянок мають бути уніфіковані за конструкцією і розмірами та пофарбовані в оранжевий колір.

7. Періодичність виконання змащувальних робіт має відповідати періодичності виконання трудомістких форм періодичного ТО (ліпше ремонтної форми).

Рекомендації для забезпечення легкознімності та взаємозамінності комплектуючих агрегатів і вузлів можуть бути такі:

1. Кріплення агрегатів, які знімаються в процесі експлуатації, мають бути швидкорознімними (забезпечувати виконання монтажно-демонтажних робіт з найменшими затратами часу).

2. Дротове контрування кріплення агрегатів, які знімаються в процесі експлуатації, має бути виключена. Її можна застосовувати лише для нерознімних в експлуатації з'єднань елементів силової конструкції.

3. Болти кріплення агрегатів і вузлів конструкції літака не повинні мати можливості самочинного прокручування і випадання.

4. Зняття й установлення агрегатів масою 20...30 кг має забезпечуватися силами двох людей. Агрегати, маса яких перевищує 30 кг, повинні мати такелажні вузли.

5. Заміна агрегатів паливної системи (насосів, датчиків, кранів) має виконуватися без зливання палива з баків літака.

6. Панелі інтер'єру мають кріпитися швидкодійними замками і легко зніматися для забезпечення доступу до розміщених за ними агрегатів, елементів конструкції й електромережі.

7. Вироби й елементи конструкції літака, які підлягають заміні в експлуатації, повинні мати геометричну та функціональну взаємозамінність.

8. Для забезпечення геометричної взаємозамінності агрегатів і елементів конструкції необхідно передбачати уніфіковані технологічні компенсатори (прокладки, шайби, регулювальні муфти), номенклатура яких має бути мінімальна.

9. Для модифікації агрегата (вузла, блока) має забезпечуватися його взаємозамінність з базовою моделлю.

Досконалість експлуатаційної та ремонтної технологічності авіаційних двигунів визначається:

– раціоналізацією складу робіт з ТО, зменшенням їх трудомісткості та тривалості виконання;

– вибором оптимальної періодичності виконання оглядів, регламентних робіт і ремонтних форм, що забезпечує мінімізацію затрат праці та часу при виконанні вимог до безвідмовності;

– скороченням затрат праці та часу на пошук місця відмови, заміну елемента, що відмовив, у тому числі самого двигуна;

– скороченням номенклатури та кількості пристроїв та інструменту, які застосовуються при виконанні робіт з ТО.

Основними напрямками розв'язання цих завдань є:

– відпрацювання раціонального компоунування двигуна, включаючи розміщення на ньому комплектуючих агрегатів і блоків;

– упровадження модульної конструкції двигуна;

– застосування автоматизованої вмонтованої системи контролю ТС двигуна та його елементів;

– раціональне компоунування двигунів на літаку, що забезпечує необхідний доступ до його елементів і вузлів кріплення.

Практичній реалізації цих напрямків забезпечення і вдосконалення експлуатаційної та ремонтної технологічності двигунів можуть сприяти такі рекомендації і загальні положення:

1. Конструкція двигуна має бути модульною, при формуванні модулів має враховуватись операційно-технологічний принцип, який забезпечує можливість і скорочення тривалості заміни їх в експлуатації. Заміна модуля не має потребувати проведення підгальних або регулювальних робіт.

2. Кожний модуль має являти собою закінчений конструктивно-технологічний вузол, який має геометричну і функціональну взаємозамінність.

3. Конструкція має забезпечувати автономність модуля. Він має самостійно виготовлятись, транспортуватись, зберігатись і встановлюватись без проведення додаткових робіт.

4. З'єднання трубопроводів і електропроводки мають розміщуватись в площині роз'єму модулів двигуна.

5. Система автоматизованого контролю має забезпечувати реєстрацію параметрів проточної частини та інших параметрів, необхідних для оцінки технічного стану двигуна, пошуку місця відмови, а також робити експрес-аналіз інформації з виявленням небезпечних відхилень параметрів від нормативного рівня і відмов та видавати необхідні повідомлення льотному екіпажу. Ця система має бути інтегрована з системою керування режимами роботи двигуна й основною системою контролю літака.

6. Огляд внутрішніх елементів конструкції двигуна за допомогою бароскопа не має вимагати виконання яких-небудь монтажних-демонтажних робіт.

7. Усі агрегати і блоки, які знімаються з двигуна в процесі експлуатації, мають розміщуватись «в один шар» на нижній його половині в межах приблизно чверті периметра.

8. Заміна елементів конструкції, агрегатів і блоків не має викликати необхідності їх регулювання і балансування.

9. Лівий та правий двигуни мають бути взаємозамінні.

10. Кількість видів і типорозмірів деталей кріплення має бути мінімальна і стандартизована.

11. Замість контрвального дроту мають застосовуватись пристрої та болти і гайки, які самофіксуються.

12. Електропроводка повинна мати швидкокорознімні з'єднувачі з індикацією повного з'єднання і маркуванням. Кріплення їх до двигуна має забезпечувати можливість швидкого зняття.

13. Трубопроводи повинні мати швидкокорознімні шарнірні з'єднувачі, які встановлюються на двигуні.

14. Дозаправлення агрегатів двигуна витратними матеріалами в процесі експлуатації має бути виключене, крім випадків їх заміни.

15. На великогабаритних панелях і кришках люків відсіку силової установки мають виконуватись лючки, використання яких виключало б необхідність трудомісткого розчинення панелей і люків для місцевого огляду або обслуговування агрегатів під час оперативного ТО.

16. Конструкція двигуна і відповідні наземні засоби мають забезпечувати під час заміни можливість розконсервації встановлю-

ваного і консервації двигунів, котрі знімаються, як на борту літака, так і поза ним без прокручування з використанням енергосистем літака.

У процесі формування схемно-конструктивних і компоновальних рішень, пов'язаних із забезпеченням експлуатаційної технологічності елементів систем бортового обладнання, крім розглянутих раніше загальних положень і рекомендацій, ураховують також такі:

1. Блоки бортового обладнання мають розміщуватися в спеціалізованих технічних відсіках і кріпиться за допомогою стандартних швидкокорознімних пристроїв обмеженої номенклатури.

2. Регулювання і настроювання бортового обладнання, які виконуються за потреби після заміни приладів, агрегатів чи блоків, мають здійснюватись без використання спеціальної апаратури і пристроїв.

3. Елементи регулювання блоків обладнання мають розміщуватися на зовнішній їх панелі.

4. Електропроводка і трубопроводи мають приєднуватися до агрегатів та блоків обладнання за допомогою стандартних роз'ємів і штуцерів, які забезпечують надійний електричний контакт, герметичність з'єднань трубопроводів, а також легкий і швидкий їх демонтаж.

5. Штепсельні роз'єми мають установлюватися тільки в горизонтальному стані та роз'єднуватися без застосування інструменту. Також вони мають бути захищені від потрапляння бруду та рідин.

6. Екрани, обплетення, роз'єми повинні мати конструкцію, яка забезпечує надійний електричний контакт і з'єднання їх з корпусами блоків.

7. Запас довжини електропроводів у місцях установлення штепсельних роз'ємів має допускати триразову їх заміну. Незнімні електрожгути повинні мати резервні дроти.

8. Електроприводні прилади повинні мати таку конструкцію і кріплення, які забезпечували б їх легкознімність та швидке від'єднання від виконавчих елементів.

9. На полицях, етажерках, панелях, які використовуються для розміщення обладнання, мають бути добре видні підписи з зазначенням найменування встановлених блоків.

10. Бортові акумулятори повинні мати блокування, яке виключає з'єднання їх з бортовою мережею в разі зміни полярності. Конструкція контейнерів і акумуляторних відсіків має виключати можливість потрапляння електроліту на елементи літака.

5.5. Перспективи розвитку системи технічного обслуговування сучасної авіаційної техніки

Нове покоління літаків ЦА має цілу низку особливостей, котрі викликають необхідність удосконалення наявної системи технічної експлуатації АТ.

Для забезпечення ефективної експлуатації в конструкцію сучасного ПС закладаються нові рішення, реалізація яких можлива тільки на основі створення принципово нової системи технічної експлуатації авіаційної техніки, яка вміщує комплекс організаційних, економічних і технологічних заходів.

Основними особливостями конструкції літаків нового покоління є:

- наявність на борту принципово нового цифрового обладнання;
- наявність розвинутої системи бортового контролю технічного стану виробів АТ, що дає змогу в польоті й на землі локалізувати несправності з заданою ймовірністю;
- широке використання композиційних матеріалів;
- модульна конструкція двигунів і панелювання агрегатів систем;
- наявність об'єктивного контролю із документуванням результатів;
- висока ремонтпридатність систем АТ та ін.

Обсяг регламентних робіт охоплює порівняно невелику кількість простих оглядових робіт, що в поєднанні з появою складних, потайних відмов, несправностей і збоїв веде до значного зростання ролі непланових робіт та їхньої складності, до необхідності перегляду організації робіт, системи планування, забезпечення якості ТО, обліку та оплати праці.

Додатково зростає відповідальність керівного складу за прийняття рішення на виліт або проведення ТО за результатами об'єктивного бортового контролю, особливо у випадках, коли несправності та відмови не підтвердились.

У зв'язку із цими особливостями виникає потреба переробки багатьох чинних галузевих нормативних документів, в яких передбачено:

- завдання, що їх вирішує ІАС із супроводу експлуатаційного програмного забезпечення алгоритмів функціонування бортових систем і компонентів;
- основні положення щодо використання інформації бортових засобів контролю для організацій ТО;

– порядок і відповідальність за прийняття рішень за результатами інформації бортових систем контролю, а також у випадках, коли відмови не підтвердилися, та несправностей унаслідок апаратних і програмних збоїв;

– основи організації відновлення виробів АТ, які відмовили, в умовах експлуатаційних підприємств;

– основні принципи та організація інформаційного забезпечення процесів ТО й управління справністю парку ПС та ін.

Для підвищення ефективності та якості ТО наявних ПС пропонується функціональний поділ за видами ТО, що дасть можливість:

– використовувати персонал більш низької кваліфікації, скоротити вартість і час його підготовки;

– стимулювати персонал до збільшення кількості допусків до самостійного обслуговування за типами літаків, а також до підвищення кваліфікації;

– матеріально зацікавити інженерів, бригаду, зміну в найбільш ефективному усуненні відмов;

– вести особистий облік фактично виконаних робіт;

– оптимізувати завантаження персоналу на основі обліку і нормування фактичних затрат праці на пошук та усунення відмов;

– упровадити засоби автоматизованого інформаційного забезпечення завдань планування й управління роботами цеху, наприклад завдання розміщення виконавців у змінах.

Так, за наявної організації робіт цеху оперативного обслуговування бригадир, коли видає змінні завдання виконавцям, як правило, не знає всього переліку відмов, які потребують усунення, тому він не може розподіляти роботи з урахуванням кваліфікації виконавців, складності й важливості робіт та керується принципом рівномірного завантаження членів бригади. Після розподілу робіт на початку зміни між членами бригади бригадир сам є виконавцем і протягом зміни роботою фактично не керує. Кожний виконавець за зміну виконує всі види робіт — від простих до найскладніших, часто не маючи достатнього досвіду або кваліфікації. При цьому середній час, затрачений на усунення відмов, збільшується, а якість — знижується.

Тож для ефективного розподілу функцій цеху оперативного ТО доцільно поділити зміни на дві бригади — перонну і технічну.

До функцій перонної бригади слід віднести:

– зустріч та приймання-передавання літаків, установлення та знімання штирів шасі;

– буксирування, утримання та доставку водила;
– миття, обробку літаків від обмерзання, протирання скла;
– заправлення та зливання ПММ, заправлення газами, зливання відстою;

– заправлення, зливання та обробку санвузлів;

– перекомпонування салону;

– обслуговування побутового обладнання;

– розігрівання літака та двигунів перед вильотом, забезпечення підігрівання під час робіт на літаку;

– заміну коліс;

– ведення зв'язку за літаковим переговорним пристроєм перед вильотом;

– забезпечення літака сходнями, колодками, вогнегасниками;

– підготовку двигунів до опробування;

– підготовку до вивішування літаків на вантажопідійомники;

– знімання та встановлення заглушок;

– відчинення і зачинення багажних люків, дверей та аварійних виходів;

– огляд літака перед вильотом;

– установлення літака на стоянкові гальма, вимкнення всіх вимикачів і автоматів захисту мережі в кабіні літака після прильоту;

– підімкнення та відімкнення електроживлення й освітлення літака для прибирання;

– утримання та догляд за смостями для зливання ПММ;

– відчинення та зачинення лючків і люків на планері літака для доступу до агрегатів;

– роботи з огляду за всіма видами оперативних регламентів, крім форм Б та Г;

– інші низькокваліфіковані роботи, що входять до переліку за II–IV розрядами технічного персоналу.

До функцій технічної бригади належать:

– пошук та усунення відмов за повідомленнями з повітря, цеху обробки засобів об'єктивного контролю в разі відмов перед вильотом;

– регламентні роботи за формою Б з усуненням виявлених дефектів;

– заміна агрегатів після відпрацювання ресурсів;

– додаткові роботи за завданнями виробничо-диспетчерського відділу — виконання бюлетенів, разових робіт, робіт за технічними актами, листами технічних рішень та ін.;

- виконання регламентних робіт, пов'язаних перевітками, монтажем, регулюванням, опробуванням двигунів;
 - інші роботи, пов'язані із забезпеченням справності авіатехніки.
- Такий розподіл бригад на оперативних видах ТО сприяє забезпеченню якості ТО АТ.



Питання для самоперевірки

1. Обґрунтуйте фактори, які визначають ефективність ергатичної системи.
2. Поясніть значення структурної та функціональної складових надійності функціонування ергатичної системи.
3. Наведіть схему формування ефективності процесів технічного ТО АТ. Зверніть увагу на обмеження і фактори, якими можна керувати.
4. Охарактеризуйте складові, які впливають на якість і своєчасність виконання робіт ТО АТ.
5. Наведіть логіко-ймовірнісну модель процесів ТО АТ.
6. Наведіть імовірно-часові характеристики процесів ТО АТ.
7. Наведіть приклади моделей типових функціональних структур.
8. Наведіть основні вимоги до конструктивно-експлуатаційних властивостей ПС для забезпечення якості ТО.
9. Охарактеризуйте особливості розвитку систем ТО сучасної АТ.



Розділ 6

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ У СИСТЕМІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

6.1. Забезпечення льотної придатності авіаційної техніки

6.1.1. Система керування безпекою польотів при технічному обслуговуванні

Безпека польотів залежить від льотної придатності ПС, тому керування БП набуває принципового значення у сфері ТО, інспекції та капітального ремонту АТ.

Предметом особливого вивчення в розробленні системи збереження придатності до польотів ПС є фактори, що визначають рівень придатності до польотів ПС та якість заходів, що провадяться задля її збереження.

Беручи до уваги характер діяльності з ТО ПС, умови роботи авіатехніків та інші аспекти людського фактора, які можуть впливати на очікуваний від персоналу рівень працездатності, необхідно враховувати питання взаємозалежності та взаємодії організаційних структур з урахуванням усього спектра діяльності.

Система керування БП під час ТО має базуватися на таких трьох стрижневих елементах:

- корпоративному підході до забезпечення безпеки;
- ефективному функціонуванні системи ТО;
- системі контролю за забезпеченням безпеки та оцінюванні програм ТО.

Корпоративний підхід до забезпечення безпеки припускає порядок розроблення організацією своєї концепції та культури безпеки.

Для визначення підходу враховуються такі фактори:

- розміри організації з ТО (великим експлуатантам може бути потрібен більш структурований підхід);

– характер виконуваних операцій (наприклад, цілодобова робота, міжнародні і регулярні перевезення, на відміну від внутрішніх або нерегулярних);

– організаційна структура (наприклад, підрозділ авіакомпанії або незалежне підприємство);

– зрілість організації та її кадрового складу (корпоративна стабільність і досвід);

– трудові відносини між адміністрацією та працівниками;

– корпоративна культура, що практикується;

– масштаби робіт з ТО (наприклад, обслуговування рейсів або капітальний ремонт ПС та основних систем).

Ефективне функціонування системи ТО базується на концепції прийняття рішень з урахуванням оцінки ризику, котра вже тривалий час є невід'ємною частиною діяльності організацій з технічного обслуговування.

До основних засобів, які забезпечують функціонування системи управління безпекою польотів (СУБП) під час ТО, належать:

– чітко сформульовані стандартні експлуатаційні правила (СЕР);

– розподіл ресурсів з урахуванням оцінки ризику;

– системи надання даних про небезпечні фактори та інциденти;

– програми аналізу польотних даних;

– відстеження тенденцій та аналіз стану безпеки (сюди входять аналіз витрат та прибутків);

– компетентне розслідування інцидентів, пов'язаних з технічним обслуговуванням;

– навчання персоналу з питань керування БП;

– система прямого та зворотного зв'язку (сюди входять обмін інформацією та популяризація питань безпеки).

Оцінка програм ТО дає можливість дістати відповіді на такі питання:

– які тенденції виявляються в системі надання даних про небезпечні фактори та інциденти (за спеціальностями, складом парку і т. д.)?

– чи виявляються та усуваються небезпечні фактори?

– чи провадиться робота з недодержанням процедур під час ТО?

При цьому слід охоплювати не тільки спеціалістів, які працюють у цехах з ТО, але й інженерів, плановиків, керівників, складських працівників та інших осіб, які є складовою процесу ТО. У такій системі різноманітних функцій, які виконуються авіаційним персоналом, відхилення від процедур та помилки при ТО неминучі й повсюдні.

Авіаційні події та інциденти з технічних причин частіше бувають пов'язані з дією людини, а не відмовою техніки. Досить часто їх причиною є недодержання встановлених процедур і режимів. Навіть відмови техніки можуть бути результатом помилок, коли непомічені (або такі, про які не повідомили) дрібні дефекти з часом призводять до відмови.

Помилки під час ТО часто спричиняють фактори, що є за межами контролю інженера з ТО, наприклад:

– необхідна для проведення роботи інформація;

– необхідні інструменти та обладнання;

– конструктивні обмеження ПС;

– вимоги до технічних знань або навичок;

– фактори, що впливають на працездатність окремого працівника;

– фактори навколишнього середовища або робочого місця;

– організаційні фактори, наприклад, стан відносин в організації;

– керування та нагляд.

В організаціях з ТО має стимулюватися свідоме подання інформації про припущені під час ТО помилки, особливо такі, які ставлять під загрозу придатність до польотів, що дасть можливість вжити ефективні заходи. Для цього необхідно створити атмосферу, в якій персонал не боїться інформувати свого начальника про виявлені помилки.

На збереження придатності до польотів ПС мають великий вплив різноманітні види забезпечення процесів ТО і ремонту (ТОiP). До них належать: організаційно-правове, інформаційне, матеріально-технічне, науково-технічне забезпечення процесів технічного обслуговування і ремонту (рис. 6.1).

Ці та інші види забезпечення, які утворюють інфраструктуру системи ТОiP, працюють не на окремий тип повітряного судна, а на всі типи ПС, які експлуатуються на авіапідприємстві. Інфраструктура створює сприятливі умови для нормального функціонування системи збереження придатності до польотів кожного конкретного типу повітряного судна.

Процес збереження льотної придатності екземплярів ПС протягом установленого терміну служби (ресурсу) передбачає: додержання експлуатантом правил та умов льотної і ТЕ ПС; виконання схваленої програми ТО повітряних суден з оцінкою її ефективності; виконання директив зі збереження льотної придатності ПС; ви-

конання модифікацій і доробок на ПС; оцінку надійності роботи авіатехніки та ін.



Рис. 6.1. Види забезпечення льотної придатності і фактори, які сприяють її збереженню під час експлуатації ПС

Відповідальність за додержання правил експлуатації, ТО і ремонту ПС, які передбачені в експлуатаційній документації ПС певного типу та забезпечують збереження його придатності до польотів, покладається на експлуатанта. Уповноважені державні органи ведуть контроль за додержанням вимог та виконанням експлуатантами вимог повітряного законодавства у сфері діяльності і якості виконуваних робіт.

Державне інспектування та нагляд за об'єктами, що дістали сертифікацію, мають стати основою для своєчасного здійснення заходів коригування щодо забезпечення та збереження придатності до польотів ПС.

6.1.2. Програма технічного обслуговування та інформаційне забезпечення в системі збереження льотної придатності авіаційної техніки

Програма ТО необхідна для всіх сучасних ПС, і кожна складова програми характеризується цілою низкою параметрів, таких як періодичність, обсяг і тривалість, стратегія і засоби проведення ТО та ін. Від слушності обґрунтування, підтвердження й прийняття рішення про значення цих параметрів залежать як рівень надійності ПС у процесі експлуатації, так і трудомісткість і вартість заходів з досягнення цього рівня.

Під час експлуатації АТ виникають два протилежно спрямовані процеси зміни технічного стану (ТС) об'єктів:

- випадковий процес погіршення ТС, що викликаний старінням, зношенням, зміною фізико-хімічних властивостей елементів конструкції під впливом зовнішніх факторів і процесів, що відбуваються в процесі функціонування та збереження АТ;

- цілеспрямований, керований процес відновлення в процесі ТО (рис. 6.2).

Взаємозв'язок об'єктивного процесу зміни ТС об'єкта й суб'єктивного процесу ТО встановлюється за допомогою стратегій експлуатації, зокрема стратегій ТО, що являють собою сукупність принципів і правил, які забезпечують задане керування процесом ТЕ за допомогою підтримання найвигідніших режимів роботи та призначення робіт з ТО згідно з ТС об'єкта експлуатації.

Ефективність процесу технічної експлуатації АТ значною мірою визначається вдосконаленням методів ТЕ та використовуваних стратегій її ТО. Це стає дуже помітно й відчутно в сучасних умовах, коли АТ ускладнюється. Досвід переконує, що завдяки оптимізації використовуваних методів ТЕ та стратегій ТО, підвищується експлуатаційна надійність техніки, регулярність польотів та скорочуються витрати на ТО.

У загальній номенклатурі робіт з технічного обслуговування переважають роботи з контролю ТС. На сучасних ПС ЦА незалежно від класу ці роботи становлять близько 70 % загального обсягу робіт обумовлених у регламенті. Головним завданням контролю за станом є виявлення несправностей, які, виникаючи на ранніх стадіях розвитку відмов функціонально важливих систем, знижують рівень БП.

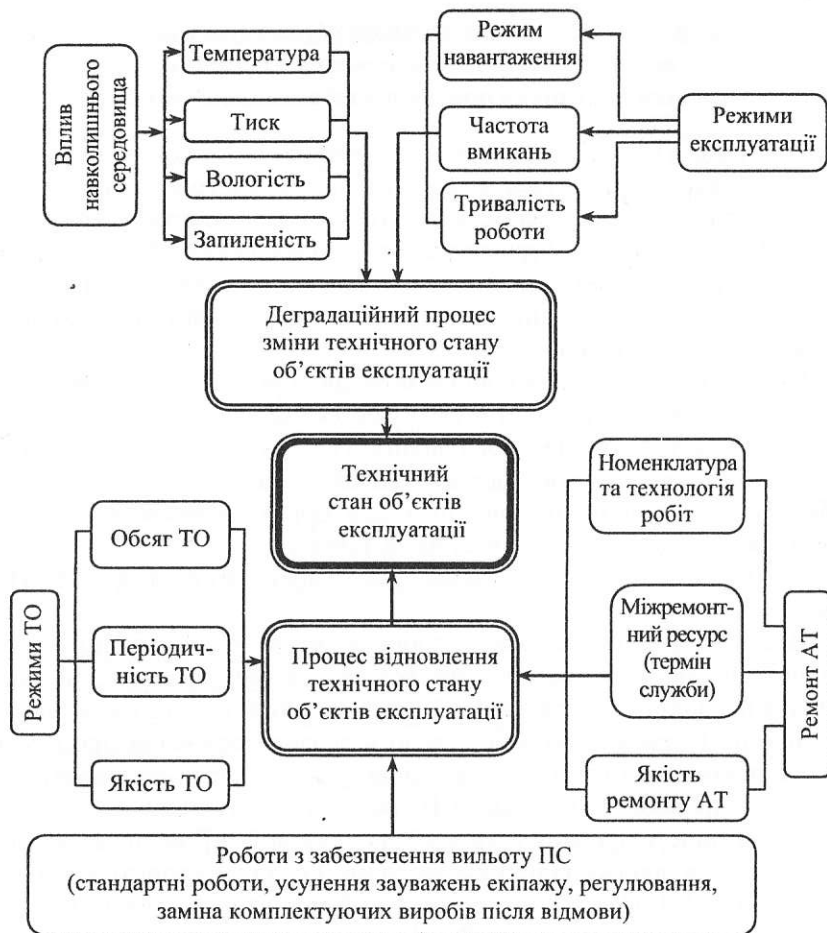


Рис. 6.2. Процес зміни технічного стану функціональних систем ПС

Під час визначення робіт з контролю ТС виробу важливо врахувати:

- характер функціонування виробу;
- параметри, що характеризують ТС виробу;
- характер фізико-хімічних процесів, які зумовлюють втрату працездатності виробом;
- надану номенклатуру засобів контролю.

Залежно від вибраного методу експлуатації, прийнятої системи контролю, а також характеру та фізичної сутності процесів, які зумовлюють втрату працездатності ПС, провадиться оптимізація режиму контролю.

У розробленні та керуванні системою збереження придатності до польотів головне завдання — це визначення складу та змісту заходів, які мають реалізуватись у процесі експлуатації ПС. Вирішуючи завдання, треба враховувати: політику, що провадиться державою у сфері збереження придатності до польотів ПС; особливості чинної практики та нормативної бази в області ТЕ; вимоги міжнародних стандартів ICAO; позитивний досвід розв'язання проблем збереження придатності до польотів ПС.

У формуванні керівництва з ТО мають бути підтримані принципи адаптивності до всіляких змін експлуатаційних властивостей комплектуючих виробів, умов експлуатації, рівня розвитку виробничої та матеріально-технічної бази експлуатаційних підприємств.

У реалізації програм ТО важливого значення набувають питання управління процесами ТО з урахуванням специфіки авіапідприємств, парку об'єктів експлуатації, розкладу і т. ін., що значною мірою впливає на економічні показники підприємств ТО.

Організаційна структура авіакомпанії має передбачати як прямі, так й неформальні канали обміну інформацією між підрозділами, які здійснюють ТО. Такі канали зв'язку залежать від відносин, які склались у ході роботи, довіри та поваги.

В експлуатанта ПС має бути чіткий опис обов'язків і каналів звітності стосовно забезпечення льотної придатності ПС під час ТО.

У своїй діяльності відділи ТО залежать від налагоджених систем одержання, зберігання та здобування значних обсягів інформації щодо:

- необхідності оновлення матеріалів технічних бібліотек (таких як технічні замовлення, сертифікати типу, директиви з льотної придатності, бюлетені на обслуговування і т. ін.);
- дефектів ТО та виконаних робіт, що мають детально реєструватися;
- даних з контролю характеристик і роботи систем та їх зберігання для аналізу тенденцій;
- документально оформлених корпоративних цілей, завдань і політики в області забезпечення льотної придатності ПС і БП;

– записи з професійної підготовки персоналу, атестацій та термінів перепідготовки і т. ін.;

– формуляри на агрегати, дані з наробітку і т. ін.

У великих експлуатантів значна частина такої інформації закладена в комп'ютери, і тому ефективність роботи в організації з ТО залежатиме від якості й оперативності її систем керування документацією і даними. При цьому особливу увагу слід звернути на навчання всіх співробітників принципів системи керування інформацією для збору і зберігання даних та підготовку спеціалістів, які володіють необхідними знаннями й досвідом, що необхідно для аналізу експлуатаційної інформації, розроблення пропозицій з їх упровадження під час ТО ПС.

У результаті низької виробничої культури в організації з ТО може складатися ситуація, коли небезпечна практика роботи не буде коригуватися; при цьому можуть виникнути приховані потенційно небезпечні умови, котрі можуть не викликати проблем протягом кількох років.

6.2. Управління безпекою польотів та концепція ризику

6.2.1. Система керування безпекою польотів

Забезпечення БП та ефективне управління безпекою польотів поширюється на великий спектр організацій і установ, у тому числі міжнародні організації, державні повноважні органи регулювання ЦА, власників та експлуатантів ПС, постачальників аеронавігаційного обслуговування, основних виробників ПС і силових установок, організацій з ТО, галузеві об'єднання і професійні асоціації, а також авіаційні навчальні заклади й центри професійної підготовки. Крім того, треті сторони, які забезпечують допоміжне обслуговування авіації, теж несуть відповідальність за забезпечення БП.

В історичному плані головна увага в забезпеченні БП приділялася додержанню нормативних вимог, які постійно ускладнювалися. Такий підхід до БП передбачає ретроактивне реагування на небажані події через упровадження заходів, спрямованих на запобігання їх повторенню. Замість визначення найліпшої практики або бажаних стандартів зусилля зосереджувалися на забезпеченні додержання мінімальних стандартів.

Через велику частоту подій з людськими жертвами, яка приблизно дорівнює 10^{-6} (тобто одна подія з людськими жертвами на мільйон польотів), подальше підвищення рівня БП із застосуванням цього підходу стає дедалі важчим завданням. У зв'язку з цим розробляються нові концепції БП та управління нею.

Сучасна практика управління БП переходить від суто реагування до більш проактивного методу. Вважається, що крім міцної бази законодавчих актів і нормативних вимог, що ґрунтуються на SARP's ICAO, а також забезпечення додержання цих вимог ефективну роль в управлінні БП відіграє ціла низка інших елементів, а саме:

- застосування науково обґрунтованих методів управління факторами ризику;
- визначення політики і стандартів стосовно безпеки польотів;
- інформаційне забезпечення БП, корпоративна культура безпеки, що сприяє застосуванню безпечної практики та заохочує надання інформації, яка стосується безпеки польотів;
- ефективне додержання СЕП з використанням контрольних переліків та інструктажу;
- виявлення та оцінка загрози безпеки, наявність ресурсів, необхідних для здійснення контролю факторів ризику;
- кваліфіковане розслідування АП та серйозних інцидентів, спрямоване на виявлення системних недоліків у забезпеченні БП (а не просто на пошук винних);
- використання технічних досягнень у процесі проектування й ТО обладнання;
- забезпечення комплексної підготовки експлуатаційного персоналу в області БП (з урахуванням аспектів людського фактора);
- обмін інформацією, пов'язаною з БП (між компаніями і державами);
- моніторинг стану безпеки польотів і оцінки ефективності програми гарантування безпеки.

Проте, жоден з перелічених елементів окремо, без інших, не здатен задовольнити сьогоденні очікування стосовно управління факторами ризику. Лише комплексне застосування більшості цих елементів зможе підвищити стійкість авіаційної системи до небезпечних дій та умов.

Процедури і практика, що використовуються на систематичній основі для забезпечення БП, у сукупності називаються СУБП.

Оскільки безпека виявляється через ризик, то будь-яке визначення поняття безпеки має містити концепцію ризику.

Перед тим як провести оцінювання чи є та або інша система безпечною, спочатку необхідно визначити, який рівень ризику може вважатися прийнятним для цієї системи.

Ризик часто трактується як міра ймовірності, однак концепція ризику складається не тільки з параметрів ймовірності. Оцінюючи прийнятність конкретного виду ризику, пов'язаного з певною небезпечкою, необхідно завжди враховувати як ймовірність небезпечного випадку, так і міру серйозності потенційних наслідків.

Уявлення про рівні ризику можна дістати з таких трьох категорій:

- а) ризики настільки високого рівня, що вони є неприйнятними;
- б) ризики настільки низького рівня, що вони є прийнятними;
- в) рівні ризику, що є між категоріями *a* та *б*. У цьому разі необхідно розглядати різні компроміси між мірою ризику та вигодами.

У всіх випадках, коли фактор ризику не задовольняє раніше встановлені критерії прийнятності, необхідно зробити спробу зниження його до прийнятного рівня, користуючись необхідними методами зниження ризику. Якщо цей фактор ризику неможливо знизити до прийнятного або ще більш низького рівня, то він може розглядатися як припустимий за такої умови:

- а) цей ризик нижчий від раніше встановленої межі неприйнятного рівня;
- б) цей ризик був знижений до найменшого практично можливого рівня;
- в) прибутки від системи або змін, що пропонуються, досить значні, щоб виправдати взяття цього ризику.

Навіть у тих випадках, коли ризик класифікується як прийнятний, але існують будь-які заходи, здатні забезпечити дальше зниження рівня цього ризику, то їх слід ужити.

Для опису ризику, що був знижений до найменшого практично можливого рівня, застосовується абревіатура НПМР. Для визначення того, що є «практично можливим», треба враховувати як технічні можливості дальшого зниження рівня ризику, так і відповідні витрати. Віднесення рівня ризику в тій чи іншій системі до категорії найменшого практично можливого рівня, означає, що будь-яке дальше зменшення ризику є практично нездійсненним, або пов'язані з цим витрати значно перевищують прибутки.

6.2.2. Контроль факторів ризику

Авіаційна галузь щодня стикається з різноманітними видами ризику, багато з яких здатні поставити під загрозу життєздатність експлуатанта. Ризик та витрати, властиві авіаційній галузі, обумовлюють необхідність раціонального підходу до прийняття рішень. Щодня в реальному часі приймаються рішення, які ґрунтуються на порівнянні ймовірності та мірою важкості будь-яких несприятливих наслідків, пов'язаних із цим фактором ризику. Такий процес відомий як *контроль факторів ризику*.

Контроль факторів ризику визначається як виявлення, аналіз та усунення (і/або зменшення до прийнятного або допустимого рівня) тих небезпечних факторів, а також наступних ризиків, які загрожують життєздатності організації.

Контроль факторів ризику допомагає досягнути балансу між оціненими рівнями ризику та практично вжитими заходами щодо зменшення ризику. Він передбачає логічний процес об'єктивного аналізу, особливо для оцінки ризику.

Метою контролю факторів ризику у сфері забезпечення БП є зосередження зусиль на джерелах найбільшого ризику безпеки.

Загальний опис процесу контролю факторів ризику подано у вигляді блок-схеми на рис. 6.3. Як видно з цього рисунка, контроль факторів ризику містить три найважливіших елементи, а саме: виявлення факторів безпеки; оцінка ризику; зменшення ризику. Концепція контролю факторів ризику однаково застосовується в процесі прийняття рішень у сфері виконання польотів, у керуванні повітряним рухом, технічному обслуговуванні, управлінні аеропортом, а також у рамках державних адміністративних органів.

Виявлення факторів безпеки. Небезпечні фактори можуть бути розпізнані в результаті аналізу фактичних подій чи інцидентів (ретроактивні методи) чи встановлені із застосуванням проактивних методів, спрямованих на виявлення джерел безпеки, до того як вони спричинять ці події. На практиці як ретроактивні, так і проактивні методи забезпечують ефективне розпізнавання небезпечних факторів.

Небезпечні події свідчать про наявність проблем у цій системі, і тому їх необхідно розслідувати, щоб з'ясувати джерела безпеки, що піддають ризику цю систему. Цей процес передбачає вивчення всіх факторів, у тому числі організаційного та людського.

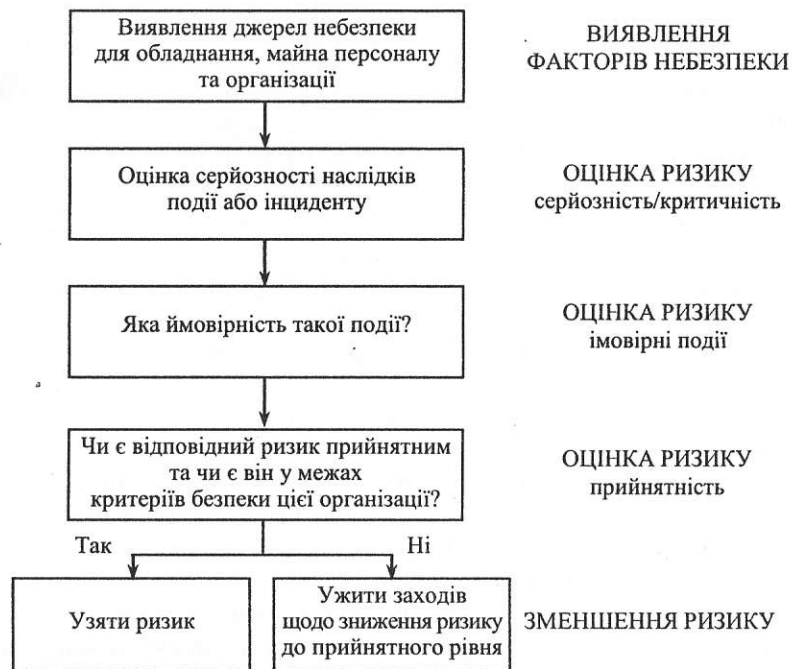


Рис. 6.3. Процес контролю факторів ризику

У системі управління безпекою фактори небезпеки мають виявлятися за допомогою цілої низки різних джерел як безперервний процес. Однак у діяльності тієї чи іншої організації настають моменти, коли потрібно звернути особливу увагу на виявлення небезпечних факторів. Моніторинг стану безпеки гарантує впорядкований та системний процес виявлення джерел небезпеки, а саме, коли спостерігається нез'ясоване зростання кількості подій, які стосуються безпеки, або збільшення збоїв у системі гарантування безпеки.

Оцінка ризику. Оцінка ризику передбачає врахування як імовірності, так і міри важкості будь-яких несприятливих наслідків. Оцінюючи ризик, важливо розрізнати між собою небезпечні фактори (можливості заподіяння шкоди) та ризик (імовірність заподіяння цієї шкоди). Існують різні підходи до аналітичних аспектів оцінки ризику, при цьому деякі з них більш формальні, ніж інші. Щодо деяких факторів ризику кількість змінних параметрів та наявність відповідних даних і ММ можуть дати можливість одержати резуль-

тати за допомогою кількісних методів. Однак в авіації лише незначна кількість небезпечних факторів піддаються аналізу з використанням виключно цифрових методів. Як правило, результати цих аналізів доповнюються якісними оцінками через критичний та логічний аналіз відомих факторів та їх взаємозв'язків.

Для застосування будь-яких аналітичних методів треба провести оцінку ймовірності заподіяння шкоди або збитку. Дана ймовірність залежатиме від відповідей на такі питання:

- чи виникали такі події в минулому або це одиничний випадок?
- яке інше обладнання або інша деталь цього самого типу могли мати аналогічні дефекти?
- яка кількість експлуатаційного персоналу або спеціалістів з технічного обслуговування виконують ці процедури або допущені в коло осіб, на яких вони поширюються?
- який процент часу застосовується підозріле обладнання або сумнівна процедура?
- наскільки серйозні наслідки організаційного, адміністративного або регламентного характеру, які могли б свідчити про наявність більш серйозних факторів загрози для безпеки людей?

На основі відповідей на перелічені питання можна визначити міру ймовірності виникнення тієї чи іншої події, наприклад:

А. Малоімовірна подія. Відмови, що належать до категорії малоімовірних, трапляються в одиничних випадках, а також містять фактори ризику, яких зазнають дуже рідко, або ситуації, коли відповідна вибірка невелика. Складність обставин, що призводять до створення аварійної ситуації, може бути така, що повторне виникнення такої послідовності подій виявляється малоімовірним. Наприклад, малоімовірно, щоб у незалежних системах одночасно виникла відмова. Однак навіть тоді, коли така можливість є досить віддаленою, наслідки подібних одночасних відмов можуть потребувати вжиття певних заходів безпеки.

В. Можлива подія. Відмови, які «можуть статися», зумовлені небезпечними факторами з обґрунтованою часткою ймовірності того, що за аналогічних умов праці можна очікувати аналогічних дій людини або що такі самі фізичні дефекти існують в інших частинах системи.

С. Імовірна подія. Такі випадки висвітлюють модель відмов обладнання, які ще не усунені. З урахуванням конструкції або ТО обладнання, його міцності за певних експлуатаційних умов, дальша експлуатація його, імовірно, призведе до відмови. Так само на ос-

нові емпіричних даних за деякими аспектами характеристик працездатності людини можна впевнено очікувати, що нормальні люди, діючи в аналогічних робочих умовах, скоріше за все, припустяться тієї самої помилки або одержать той самий небажаний результат.

Після визначення ймовірності тієї чи іншої події необхідно оцінити характер несприятливих наслідків у разі її виникнення. Потенційні наслідки визначають міру терміновості необхідних дій у сфері гарантування безпеки. Якщо існує значний ризик катастрофічних наслідків або якщо є висока небезпека серйозної травми, шкоди майну або навколишньому середовищу, то необхідно вжити негайних дій щодо виправлення ситуації.

На основі оцінки рівня ризику можна розподілити за пріоритетом фактори ризику стосовно інших, неліквідованих, джерел небезпеки. Це має дуже важливе значення для прийняття логічно обґрунтованих рішень з виділення обмежених ресурсів для контролю тих небезпечних факторів, які становлять найбільший ризик для організації. Розподіл за пріоритетом ризиків передбачає наявність раціональної основи, що дає можливість встановлювати пріоритет одного фактора ризику стосовно інших. Для визначення прийнятності або неприйнятності ризику необхідні відповідні критерії або стандарти. Через порівняння ймовірності несприятливого результату з потенційним ступенем важкості цього результату можна класифікувати фактори ризику в рамках матриці оцінки ризику (табл. 6.1).

У цьому варіанті матриці оцінки ризику:

- серйозність ризику класифікується як катастрофічна, небезпечна, значна, незначна або мізерна з описом кожної категорії, в якому зазначається потенційна важкість наслідків;

- ймовірність (або можливість) настання події також класифікується з використанням п'яти різних рівнів характеристик якості та з описом кожного ступеня ймовірності події;

- ступені можуть присвоюватися у вигляді цифр, які відповідають відносній значущості кожного рівня важкості наслідків та ймовірності. Після цього через помноження величини важкості на величину ймовірності можна дістати комбіновану оцінку ризику, яка дає можливість порівнювати фактори ризику.

Після використання матриці ризику для присвоєння ступенів ризичним факторам ризику можна розмежувати цифрові значення на діапазони, що дає можливість класифікувати ризику як прийнятні, небажані або неприйнятні.

Таблиця 6.1

Матриця оцінки ризику

Авіаційне визначення	Серйозність наслідків		Ступінь	Ймовірність події		Ступінь
	Значення	Значення		Якісна характеристика	Значення	
Катастрофічні	Руйнування обладнання. Численні людські жертви	5	5	Часта	Може виникати багаторазово	5
Небезпечні	Серйозне зменшення «запасу міцності», фізичний біль або рівень робочого навантаження не дають гарантії чіткого та повного виконання операторами своїх завдань. Серйозні травми великої кількості людей. Значні пошкодження обладнання	4	4	Періодична	Може виникати час від часу	4
Значні	Суттєве зменшення «запасу міцності», зниження здатності операторів подолати несприятливі експлуатаційні умови як результат підвищення робочого навантаження або наслідок умов, що знижують ефективність їхньої роботи. Серйозний інцидент. Тілесні пошкодження	3	3	Рідка	Мала ймовірність, але може статися	3
Незначні	Перешкоди. Експлуатаційні обмеження. Запобігання аварійних процедур. Інцидент	2	2	Малоймовірна	Дуже мала ймовірність події	2
Мізерні	Малозначущі наслідки	1	1	Практично неможлива	Можливість настання події майже виключена	1

Ризик необхідно знижувати до найменшого практично можливого рівня (НПМР). Це означає, що ризик має бути порівняним з факторами часу, витрат та труднощів у вживанні заходів зі зменшення або усунення цього ризику.

У тих випадках, коли показник прийнятності ризику був віднесений до категорії небажаного або неприйняттого, потрібно вжити заходів контролю — що вищий рівень ризику, то вища терміновість таких заходів. Після підтвердження наявності небезпечного фактора провадиться аналіз для оцінки його потенційної можливості заподіяти шкоду або збиток. Як правило, така оцінка джерела небезпеки передбачає розгляд трьох аспектів:

- міри ймовірності того, що цей небезпечний фактор призведе до виникнення небезпечної події;
- міри серйозності потенційних несприятливих наслідків або результату небезпечної події;
- міри схильності до цього фактора небезпеки. Ймовірність несприятливих наслідків підвищується в разі більш тривалого впливу небезпечних умов. Отже, фактор схильності можна розглядати як ще один аспект імовірності (рис. 6.4).

Зменшення ризику. Рівень ризику може бути знижено через зменшення ступеня серйозності потенційних наслідків, зниження ймовірності настання події або зменшення міри схильності до цього ризику.

Оптимальне рішення може бути різне залежно від місцевих умов та потреб. У формуванні дієвих заходів безпеки треба розуміти рівень адекватності наявних засобів захисту.

Вибираючи варіанти зменшення ризику, слід мати на увазі, що не всі вони мають однаковий потенціал у справі зниження рівня ризику. Перед тим як можна буде прийняти те чи інше рішення, необхідно оцінити ефективність кожного варіанта. Для визначення оптимального рішення важливо розглянути весь діапазон можливих заходів контролю та компроміси між різними заходами. У тих випадках, коли в ході розслідування виявляються джерела небезпеки або незнижені фактори ризику, потрібні певні заходи з гарантування безпеки. Необхідність уживання заходів має бути сформульована у вигляді рекомендацій з забезпечення БП для надання тим, хто має повноваження витратити на ці цілі необхідні ресурси. Якщо належні рекомендації з безпеки не будуть розроблені, то в результаті цей фактор ризику може залишитися.

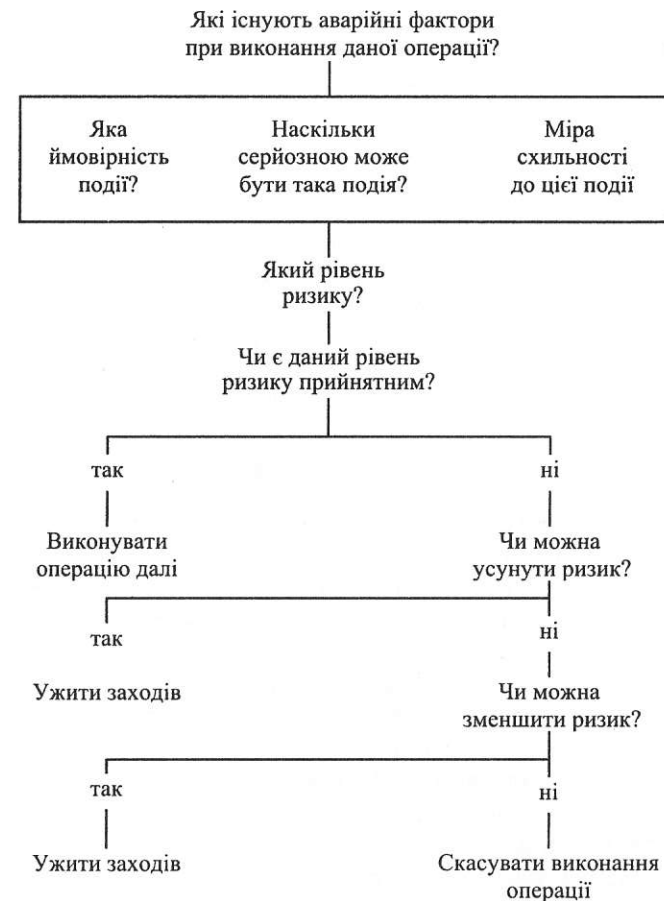


Рис. 6.4. Логічна схема регулювання ризику

У рекомендаціях з забезпечення БП слід чітко зазначати, яких заходів необхідно вжити, а не яким способом це має бути здійснено. Основну увагу треба приділяти опису характеру ризику, який вимагає вжиття заходів контролю.

Слід уникати детальних рекомендацій з гарантування безпеки, в яких зазначається, як саме необхідно вирішувати цю проблему.

У відповідного менеджера з питань безпеки є більше можливостей для визначення конкретних найбільш оптимальних заходів у наявних експлуатаційних умовах.

Ефективність будь-якої рекомендації вимірюється мірою зниження рівня ризику, а не жорстким додержанням формулювань рекомендації.

Описуючи масштаб і наслідки виявлених факторів ризику, слід використовувати формулювання конкретного характеру. Оскільки рекомендація має вказувати, що має бути вжито (а не як це має бути виконано), ліпше, щоб ці формулювання були стислими.

Офіційні рекомендації з забезпечення БП мають надаватись у письмовій формі. Це дає змогу уникнути неправильного розуміння рекомендації та створює необхідну основу для оцінки ефективності її реалізації. Однак слід пам'ятати, що рекомендації з БП будуть ефективні тільки тоді, коли вони втіляться на практиці.

6.3. Система запобігання помилкам авіаційного персоналу

В організаціях з ТО треба стимулювати свідоме подання інформації про допущені під час ТО помилки, особливо про такі, що ставлять під загрозу придатність до польотів; це дасть можливість ужити ефективних заходів. Для цього необхідно створити атмосферу, в якій персонал не боїться інформувати свого начальника про виявлені помилки.

На даний час розроблюються нові системи боротьби з недодержанням процедур (та з помилками) під час ТО ПС, в основу яких покладено такі характеристики:

а) заохочення надавання інформації про випадки, що не підпадають під категорію інцидентів, до яких належать вимоги з обов'язкового надання даних;

б) проведення підготовки персоналу з питань, пов'язаних із призначенням та порядком проведення ТО, включаючи чітке визначення дисциплінарної політики організації (наприклад: «Дисциплінарне стягнення має накладатися тільки в разі виявлення грубої необережності або умисного недодержання встановлених процедур»);

в) компетентне розслідування припущених помилок у контексті гарантування безпеки;

г) заходи, яких необхідно вжити за виявленими недоліками;

д) доведення інформації до персоналу;

е) надання даних, котрі можуть використовуватися для аналізу тенденцій.

Одним із засобів контролю процедурних відхилень при ТО є посібник для прийняття рішень з недопущення помилок під час ТО,

який передбачає проведення керівником першої лінії системного аналізу та відстеження факторів, які спричиняють помилки під час ТО, і підготовку рекомендацій з запобігання помилкам.

Процес складається з п'яти основних етапів, а саме:

1. Після будь-якої події організація з ТО повинна відокремити аспекти, які пов'язані з помилкою й підлягають розслідуванню.

2. Після того як проблема усунена й ПС допущене до польотів, експлуатант вирішує, чи була подія пов'язана з ТО.

3. Експлуатант провадить розслідування за чітко встановленою формою. Реєструються: загальна інформація про ПС, час проведення ТО та подію, яка розслідується; опис події, яка викликала необхідність проведення розслідування; помилку, що призвела до події; фактори, які спричиняють помилки; можливі заходи з недопущення повторення даної події.

4. Керівництво аналізує, розподіляє за пріоритетом, упроваджує превентивні заходи (удосконалення процесів), а надалі спостерігає за їхньою ефективністю з тим, щоб уникнути або зменшити ймовірність аналогічних помилок у майбутньому.

5. Керівництво відповідає за доведення результатів розслідування до співробітників, що дає можливість підтвердити ефективність їх участі. Зворотний зв'язок з персоналом ТО необхідний для того, щоб авіатехніки знали, що в систему ТО внесені зміни.

Аналізуючи ефективність керування безпекою в процесі ТО, приділяють особливу увагу таким питанням:

а) відповідність документації з ТО чинним вимогам;

б) ефективність інформаційного обміну в організації з ТО по вертикалі й по горизонталі;

в) міра уваги, що приділяється екологічним факторам, які впливають на характеристики працездатності людини;

г) якість професійної підготовки як з погляду знання характеру робіт, так і з погляду технічних навичок;

д) системи інформування про допущені помилки й аналізу тенденцій з метою виявлення системних небезпечних факторів;

е) засоби впровадження будь-яких необхідних змін, націлених на усунення виявлених недоліків у сфері гарантування безпеки;

є) установавання толерантної до помилок та не каральної культури безпеки.

Методика прийняття рішень щодо недопущення помилок при ТО має впорядкований структурний підхід до реєстрації чинників, що призводять до виникнення помилок, і містить три базові засновки:

- помилки під час ТО допускаються неавтоматично;
- більшість помилок під час ТО є результатом дії низки супутніх чинників;

– супутні чинники пов'язані з практикованими експлуатантом робочими процесами, тому ними можна керувати.

Контрольний перелік охоплює такі можливі фактори, які спричиняють помилки під час ТО:

– фізичний стан, включаючи сенсорну чутливість; наявні хвороби або травми; хронічний біль; ліки, які вживаються; зловживання наркотиками або алкоголем;

– утомлення внаслідок насиченості завдання, робоче навантаження, графік змінної роботи, брак часу на сон і фактори особистого характеру;

– брак часу через інтенсивність роботи, нестача ресурсів для виконання завдання, необхідність додержання встановлених строків обслуговування ПС і т. п.;

– тиск з боку колег, який спрямований на використання заведених у колективі небезпечних способів, ігнорування письмової інформації тощо;

– самозаспокоєність (наприклад, через дуже добре знання, повторюваних операцій, небезпечне відчуття непогрішності або невиправдана самовпевненість);

– розміри тіла або фізична сила, які не підходять для робіт, що виконуються в обмеженому просторі й не потребують великої фізичної сили;

– негативні події особистого характеру, наприклад, смерть родичів, сімейні негаразди, нестабільний фінансовий стан;

– фактори, що відривають від роботи (наприклад, через перешкоди в умовах роботи, як постійно змінюються);

– навколишнє середовище (умови роботи). Сюди входять усі фактори, котрі можуть не тільки стосуватися комфортного стану спеціаліста з ТО, але й викликати проблеми з боку здоров'я і безпеки та слугувати для нього фактором, що відриває від роботи;

– сильний шум, який заважає спілкуванню або зворотному зв'язку, та перешкоджає концентрації уваги і т. ін.;

– висока температура, яка впливає на здатність персоналу фізично працювати з деталями й обладнанням або викликає втому.

Для того, щоб зрозуміти контекст, в якому допускаються помилки при технічному обслуговуванні, слід збирати дані і зберігати інформацію в базі даних у десяти категоріях (рис. 6.5).



Рис. 6.5. Основні чинники, що призводять до помилок при ТО

1. Інформація. Ця категорія вміщує робочі карти, процедурне керівництво з ТО, експлуатаційні бюлетені, технічні замовлення, ілюстровані каталоги деталей або будь-яку іншу розповсюджену всередині організації або виробником інформацію в друкарському вигляді або на електронних носіях, яка вважається необхідною для роботи авіатехніків.

2. Обладнання (інструменти). Сюди належать усі інструменти і матеріали, необхідні для правильного виконання робіт з ТО або огляду. До цієї категорії входять устаткування для неруйнівних випробувань, драбини, діагностичні блоки і спеціальний інструментарій, що передбачається процедурами ТО. Деякі чинники визначають міру впливу устаткування й інструментів на характеристики працездатності інженерів з ТО.

3. Конструкція/конфігурація/деталі та вузли ПС. Сюди входять ті індивідуальні особливості конструкції або конфігурації ПС, які ускладнюють доступ персоналу до обслуговуваних вузлів.

Крім того, сюди входять запасні деталі і вузли, які мають неправильне маркування або не мають маркування взагалі, що викликає необхідність їх заміни.

4. Робота (завдання). Сюди входить характер виконуваної роботи, включаючи склад і послідовність різних робіт, які в сукупності становлять дане завдання.

5. Технічні знання (навички). Сюди входять знання оператором процесів, систем ПС і завдань з ТО, а також технічні навички, необхідні для безпомилкового виконання завдань.

6. Особисті чинники. Сюди входять чинники, що впливають на ефективність роботи окремого співробітника, і ці чинники в різних людей різні. Вони охоплюють характеристики, які пов'язані із самим працівником (наприклад, розміри тіла, фізична сила, стан здоров'я і події особистого характеру), а також елементи, пов'язані з міжособистими або організаційними чинниками (наприклад, стосунки з підлеглими, брак часу і втома, викликана самою роботою, графіком роботи або позмінною роботою).

7. Навколишнє середовище (умови праці). Сюди входять чинники, які порушують комфортний стан авіаційного фахівця з ТО, викликають проблеми зі здоров'ям і безпекою чи відривають від роботи.

8. Організаційні чинники. Сюди входять такі чинники, як внутрішній зв'язок з допоміжними організаціями, рівень довіри між ке-

рівництвом і персоналом, розуміння поставлених керівництвом цілей, діяльність профспілок.

9. Керівництво і контроль. Ці чинники тісно пов'язані з організаційними чинниками. Керівники всіх ланок повинні забезпечити розуміння завдань, що стоять перед організацією з ТО, і шляхів їх вирішення; у своїй повсякденній діяльності вони повинні забезпечувати відповідність тому, що вони говорять і що роблять. Керівники можуть сприяти помилкам через погане планування і неефективну організацію робіт.

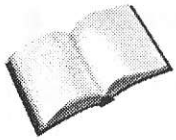
10. Інформування. Цей чинник пов'язаний з будь-яким збоєм у проходженні інформації (усної або письмової), який не дозволяє персоналу своєчасно одержати правильну інформацію про завдання на ТО. Збої в проходженні інформації на різних рівнях уможливають виникнення помилок при ТО.

Кожен з факторів має вкрай важливе значення для збереження придатності до польотів ПС. Щодо кожного з них необхідно конкретизувати завдання, які треба вирішувати, розробити нормативно-технічні документи, яких немає, та механізм здійснення коригувальних дій для досягнення мети.



Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте основні елементи, на яких базуються системи керування БП при ТО АТ.
2. Визначте основні засоби, які забезпечують функціонування системи керування безпекою польотів (СУБП) при ТО АТ.
3. Зазначте види забезпечення процесів ТО, які утворюють інфраструктуру системи ТОiP.
4. Охарактеризуйте процес зміни технічного стану функціональних систем ПС в експлуатації.
5. Охарактеризуйте інформаційне забезпечення процесів ТО АТ.
6. Охарактеризуйте концепцію ризику та назвіть особливості сучасної практики керування БП.
7. Визначте поняття «контроль факторів ризику» та наведіть блок-схему процесу контролю.
8. Наведіть алгоритм регулювання ризику та приклади побудови матриці оцінки ризику.
9. Зазначте основні категорії, в яких здійснюються помилки авіаційними фахівцями при ТО АТ.
10. Наведіть приклади чинників, які належать до тієї чи іншої категорії.



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Приложение 6* к Конвенции о международной ГА «Эксплуатация воздушных судов». — Режим доступа : <http://www.aviadocs.net/icao-docs/Annexes/>.
2. *Приложение 8* к Конвенции о международной ГА «Летная годность воздушных судов». — Режим доступа : <http://www.aviadocs.net/icao-docs/Annexes/>.
3. *Документ* ICAO (Doc 9760-AN/967) «Руководство по летной годности». — Режим доступа : [http://www.aviadocs.net/icao-docs/ Docs/ICAO_Doc9760](http://www.aviadocs.net/icao-docs/Docs/ICAO_Doc9760).
4. *Циркуляр* ICAO 95-AN/78/6 «Сохранение летной годности воздушных судов в эксплуатации». — Режим доступа : <http://www.aviadocs.net/icao-docs/Cir/095>.
5. *Роль человеческого фактора при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов. Человеческий фактор. Сборник материалов № 12* Циркуляр ИКАО 253-AN/151, 1995 г. — Режим доступа : <http://www.aviadocs.net/icao-docs/Cir/253>.
6. *Фундаментальные концепции человеческого фактора. Человеческий фактор. Сборник материалов № 1.* Циркуляр ИКАО 216. — Режим доступа : <http://www.aviadocs.net/icao-docs/Cir/216>.
7. *Обучение эксплуатационного персонала в области человеческого фактора. Человеческий фактор. Сборник материалов № 3.* Циркуляр ИКАО 227. — Режим доступа : <http://www.aviadocs.net/icao-docs/Cir/227>.
8. *Смирнов Н. Н.* Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию / Н. Н. Смирнов, А. А. Ицкович. — М. : Транспорт, 1987. — 272 с.
9. *Назаренко П. В.* Проблемы надежности авиационной техники / Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Воздушный транспорт / П. В. Назаренко, А. А. Комаров, В. И. Бурлаков и др. — Т. 20. — 1990. — С. 204.
10. *Дмитриев С. А.* Методика диагностирования авиационных двигателей по параметрам измеряемых на переходных режимах работы / С. А. Дмитриев, Е. В. Путятин и др. — К. : «Вестник», КМУГА, 2000. — С. 38–43.
11. *Теймуразов Р. А.* Состояние безопасности полетов в ГА государств-участников «Соглашения» за период 1992—1998 гг. / Проблемы безопасности полетов: Реф. сб. ВИНТИ / Р. А. Теймуразов, В. Д. Кофман, Л. Н. Ангелова. — 1999. — № 5. — С. 3–11.
12. *Владимиров Н. И.* Анализ инцидентов воздушных судов по вине инженерно-авиационной службы / Н. И. Владимиров // Научный вестник МГТУ ГА : сб. науч. трудов. — М., 1999. — № 20. — С. 87–91.
13. *Шапиро А. Ш.* Решение проблемы технического состава в авиации США : сб. обзорной информации «Транспорт: наука, техника, управление». — М. : 1999. — № 6. — С. 37–42.
14. *Салимов Р. М.* Управление процессами технической эксплуатации АТР / Р. М. Салимов, В. И. Бурлаков и др. / Вісник КМУЦА. — К, 2000. — С. 76–81.
15. *Nakada D.* Introduction to MSF-3 / Technical paper series, aerospace Congress and Exposition Long Beach / D. Nakada. — California, 1988. — October 15–18. — P. 1–4.
16. *Шапиро А. Ш.* Развитие принципов эксплуатации АТ по состоянию за рубежом / А. Ш. Шапиро, В. И. Ноздрин // Транспорт: наука, техника, управление: сб. обзорной информации. — М., 1993. — № 1. — С. 35–44.
17. *Германчук Ф. К.* Оптимизация методов ТО механических устройств самолетов ГА / Ф. К. Германчук, В. И. Бурлаков. — К. : КИИГА, 1981. — С. 33–37.
18. *Шибанов Г. П.* Авиационные происшествия, связанные с отказами авиатехники и недостатками ее ТЭ / Г. П. Шибанов // Проблемы безопасности полетов: реф. сб. — М.: — ВИНТИ, 1994. — С. 37–45.
19. *Губинский А. И.* Информационно-управляющие человеко-машинные системы. Исследование, проектирование, испытание: справочник / А. И. Губинский. — М. : Машиностроение, 1993. — 528 с.
20. *Савенков М. В.* Инженерно-техническое обеспечение автоматизированных систем управления в авиации / М. В. Савенков, Р. А. Закиров. — М. : Машиностроение, 1989. — 272 с.
21. *Савенков М. В.* Автоматизация управления технической эксплуатацией систем / М. В. Савенков. — М. : Транспорт, 1992. — 285 с.
22. *Губинский А. И.* Надежность и качество функционирования эргатических систем / А. И. Губинский. — Л. : Наука, 1982. — 269 с.
23. *Шибанов Г. П.* Количественная оценка деятельности человека в системах «человек–техника» / Г. П. Шибанов. — М. : Машиностроение, 1983. — 263 с.

Навчальне видання

ДМИТРИЄВ Сергій Олексійович
БУРЛАКОВ Вадим Іванович
САЛІМОВ Ринат Мартинович
ПУЧКОВ Юрій Павлович
ПОПОВ Олександр Вікторович

**ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР
ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ
АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

Навчальний посібник

Редактор *Н. Г. Путівкіна*
Технічний редактор *А. І. Лавринович*
Коректор *І. М. Вихованець*
Комп'ютерна верстка *О. М. Іваненко*

Підп. до друку 19.05.11. Формат 60×84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. друк. арк. 10,69. Обл.-вид. арк. 11,5.
Тираж 300 пр. Замовлення № 106-1.

Видавець і виготовлювач
Національний авіаційний університет
03680, Київ-58, просп. Космонавта Комарова, 1
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002
Тел. (044) 406-78-28. Тел./факс: (044) 406-71-43
E-mail: publish@nau.edu.ua