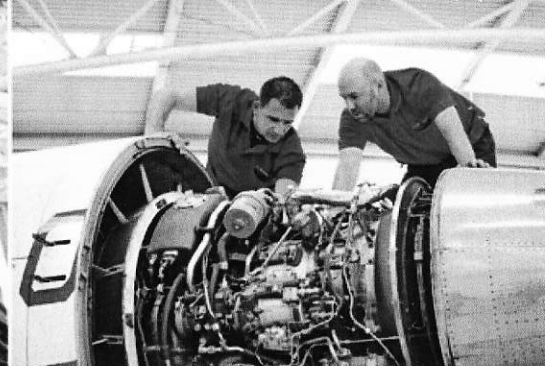


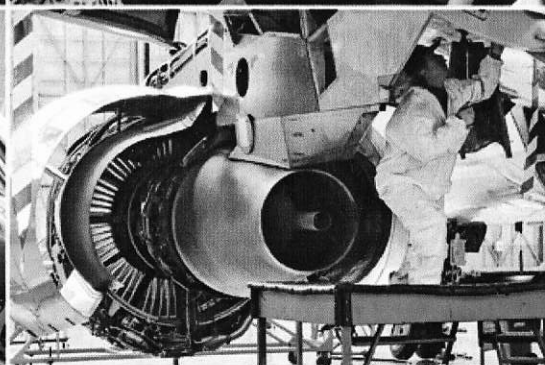
ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР У СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ  
ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ



ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР У СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ



## ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР У СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний авіаційний університет

ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР  
У СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛЬОТНОЇ  
ПРИДАТНОСТІ  
АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Навчальний посібник

Київ 2018

УДК 629.7.083 (075.8)  
ББК 052-082.03я7  
Л 937

Автори:

В. І. Бурлаков, Ю. П. Пучков, О. В. Попов, Д. В. Попов

Рецензенти:

Є. О. Сікорський — канд. техн. наук  
(Державне підприємство «Завод 410 ЦА»);

О. О. Козлов — канд. техн. наук, доц.  
(Авіаційна компанія «Аеростар»);

В. В. Кабанячий — д-р техн. наук, проф.  
(Національний авіаційний університет)

Рекомендовано вченою радою Національного авіаційного  
університету (протокол № 5 від 26.06.2018 р.).

Людський фактор у системі збереження льотної  
придатності авіаційної техніки : навч. посібник / В. І. Бурлаков,  
Ю. П. Пучков, О. В. Попов, Д. В. Попов. — К. : НАУ, 2018. — 112 с.

ISBN 978-966-932-094-0

У посібнику викладено фундаментальні концепції людського фактора в системі збереження льотної придатності авіаційної техніки. 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 спеціальності 272 «Авіаційний транспорт».

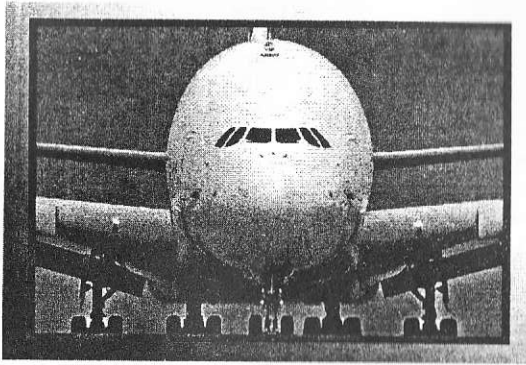
УДК 629.7.083 (075.8)  
ББК 052-082.03я7

© Бурлаков В. І., Пучков Ю. П.,  
Попов О. В., Попов Д. В., 2018  
© НАУ, 2018

ISBN 978-966-932-094-0

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
<b>Розділ 1. ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР У СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛЬотної ПРИДАТНОСТІ Авіаційної ТЕХНІКИ</b> .....	7
1.1. Забезпечення льотної придатності авіаційної техніки.....	7
1.2. Програма технічного обслуговування та інформаційне забезпечення в системі збереження льотної придатності авіаційної техніки.....	8
1.3. Керування безпекою польотів та концепція ризику.....	12
1.4. Вплив людського фактора на безпеку польотів.....	17
1.5. Закон Мерфі.....	21
<b>Розділ 2. СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТРУДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ Авіаційних ФАХІВЦІВ У СИСТЕМІ ЗБЕРЕ- ЖЕННЯ ЛЬотної ПРИДАТНОСТІ Авіаційної ТЕХНІКИ</b> .....	23
2.1. Сутність і структура діяльності.....	23
2.2. Характеристика та динаміка працездатності.....	27
2.3. Втома та заходи запобігання перевтомі працівників.....	31
2.4. Запобігання монотонності та способи підвищення змістовності діяльності.....	33
2.5. Конфлікти, способи запобігання їм та їх розв'язання.....	35
2.6. Класифікація функцій інженерно-технічного складу та мотивація діяльності.....	37
<b>Розділ 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ОБМЕЖЕННЯ ЛЮДИНИ</b> .....	43
3.1. Соціально-психологічний аналіз людини.....	43
3.2. Форми пізнання дійсності.....	45
3.3. Аналізатори людини.....	49
3.3.1. Зір людини.....	51
3.3.2. Слух людини.....	56
3.4. Форми опанування дійсності.....	57
3.5. Методи оцінювання психофізіологічного стану людини.....	64
<b>Розділ 4. ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ</b> .....	68
4.1. Проблеми забезпечення якості робіт під час технічного обслуговування авіаційної техніки.....	68
4.2. Завдання дослідження людського фактора.....	72
4.3. Методи та моделі досліджень людського фактора.....	73
4.4. Аналіз факторів, які впливають на якість технічного обслуговування авіаційної техніки.....	82
<b>Розділ 5. КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ Авіаційної ТЕХНІКИ</b> .....	94
5.1. Формалізація процесу забезпечення якості та ефективності технічного обслуговування авіаційної техніки.....	94
5.2. Модель технологічного процесу технічного обслуговування авіаційної техніки.....	98
5.3. Перспективи розвитку системи запобігання помилкам авіаційного персоналу.....	103
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	109



## ВСТУП

Важливу роль у забезпеченні льотної придатності (ЛП) повітряних суден (ПС) та подальшого підвищення рівня безпеки польотів (БП) відіграє інженерно-авіаційна служба (ІАС). Нині значного розвитку та практичного застосування набули нові методи та засоби діагностування ПС; удосконалюються методи і форми організації технічної експлуатації (ТЕ), успішно діють у низці експлуатаційних підприємств діагностувальні групи; провадять роботи зі створення та вдосконалення автоматизованих систем керування процесами ТЕ ПС. Однак якість технічної експлуатації більшою мірою визначається властивостями персоналу.

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

Спроби враховувати людський фактор традиційно відносили до компетенції льотної екіпажу, та майже не розглядали ті аспекти людського фактора, які пов'язані з технічним обслуговуванням (ТО) ПС і контролем якості виконання робіт.

В обслуговуванні АТ бере значна кількість фахівців різних спеціальностей і різних рівнів кваліфікації. Кожен з них тією чи іншою мірою виконує досить значний комплекс робіт, який передбачений

технологічним графіком або графіком контролю виконання робіт. Тобто всі спеціалісти взаємодіють не тільки з АТ, але й один з одним.

Технічний персонал забезпечує збереження ЛП ПС у процесі експлуатації та має низку специфічних особливостей, зумовлених значною різноманітністю виконуваних функцій, різновидом парку ПС, використанням різного технологічного обладнання, нерівномірністю надходжень заявок на ТО та ін.

Технічний персонал часто працює із браком часу у зв'язку зі зростанням інтенсивності використання ПС, необхідністю ТО парку ПС, що застарівають. Тим часом, коли в Україні триває експлуатація ПС, що застарівають, парк багатьох авіатранспортних компаній світу поповнюють ПС нового покоління, у яких утілені нові технічні досягнення. Необхідність одночасного ТО парків нових та старих ПС вимагає від фахівців, що виконують ТО, ширших знань та вмінь. Ускладненість ПС, багатократне резервування систем та їх автоматизованість зменшують навантаження на льотний екіпаж, але підвищують вимоги до технічних спеціалістів, які обслуговують ПС. Це спричиняє перерозподіл помилок, яких припускаються, від однієї категорії працівників до іншої, що створює потенційну можливість авіаційних подій (АП) через поєднання процедурних або технічних відмов, із помилками експлуатаційного персоналу, які, своєю чергою, призводять до зниження рівня БП.

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.

Людський фактор розуміють як спільну діяльність людей, зокрема, в авіаційній системі; його врахування пов'язане із завданнями оптимізації діяльності людини шляхом систематичного використання наукових знань про людину, які в багатьох випадках застосовують під час конструювання системи.

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. Мета завдання дослідження людського фактора полягає у забезпеченні ефективності функціонування всієї системи цивільної авіації (ЦА) та її безпеки, а також нормального самопочуття кожного індивіда, зайнятого в ній.

Глибоке розуміння людського фактора особливо важливе, тому, що кожен три з чотирьох АП є наслідком функціональних помилок, яких припускаються цілком здорові та досить кваліфіковані індивіди.

Предметом теорії людського фактора як науки є процеси, властивості, закони виникнення, розвитку та перебігу психофізіологічного стану людини під час виконання своїх обов'язків, в умовах спільної діяльності та у людських взаєминах.

Зрозуміло, що не можуть бути однаковими вимоги до знань і компетентності старшого управлінського персоналу працівників 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 потенційні можливості. Тому програму навчання в царині людського фактора слід адаптувати до потреб кожної конкретної категорії персоналу з тим, щоб він зміг розпізнавати потенційні можливості помилок та уникати їх.

Мета даного навчального посібника — 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.



1.1. Забезпечення льотної придатності авіаційної техніки

У системі збереження ЛП ПС предметом особливого вивчення є фактори, що визначають рівень придатності до польотів ПС та якість заходів 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.

На збереження ЛП ПС мають значний вплив різноманітні види забезпечення процесів ТО і ремонту (ТОіР). До них належать: організаційно-правове, інформаційне, матеріально-технічне, науково-технічне забезпечення процесів ТОіР (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Види забезпечення ЛП та фактори, які сприяють її збереженню під час експлуатації ПС

Ці та інші види забезпечення, які утворюють інфраструктуру системи ТОiP, працюють не на окремий тип ПС, а на всі типи ПС, які експлуатують на авіапідприємстві. Інфраструктура створює сприятливі умови для нормального функціонування системи збереження придатності до польотів кожного конкретного типу повітряного судна.

Процес збереження ЛП екземплярів ПС протягом установленого терміну служби (ресурсу) передбачає: додержання експлуатантом правил та умов льотної і ТЕ ПС; виконання схваленої програми ТО ПС з оцінкою її ефективності; виконання директив щодо збереження льотної придатності ПС; виконання модифікацій і доробок на ПС; оцінку надійності роботи АТ та ін.

Відповідальність за додержання правил експлуатації, ТО і ремонту ПС, які передбачені в експлуатаційних документах ПС певного типу та забезпечують збереження його придатності до польотів, покладають на експлуатанта. Уповноважені державні органи ведуть контроль за додержанням вимог та виконанням експлуатантами вимог повітряного законодавства у царині діяльності і якості виконуваних робіт.

Державне інспектування та нагляд за об'єктами, що дістали сертифікацію, мають стати основою для своєчасного здійснення заходів коригування забезпечення та збереження придатності до польотів ПС.

## 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:

1) випадковий процес погіршення ТС, викликаний старінням, зношенням, зміною фізико-хімічних властивостей елементів

конструкції під впливом зовнішніх факторів і процесів, що відбуваються впродовж функціонування та збереження АТ;

2) цілеспрямований, керований процес відновлення в процесі ТО (рис. 1.2).

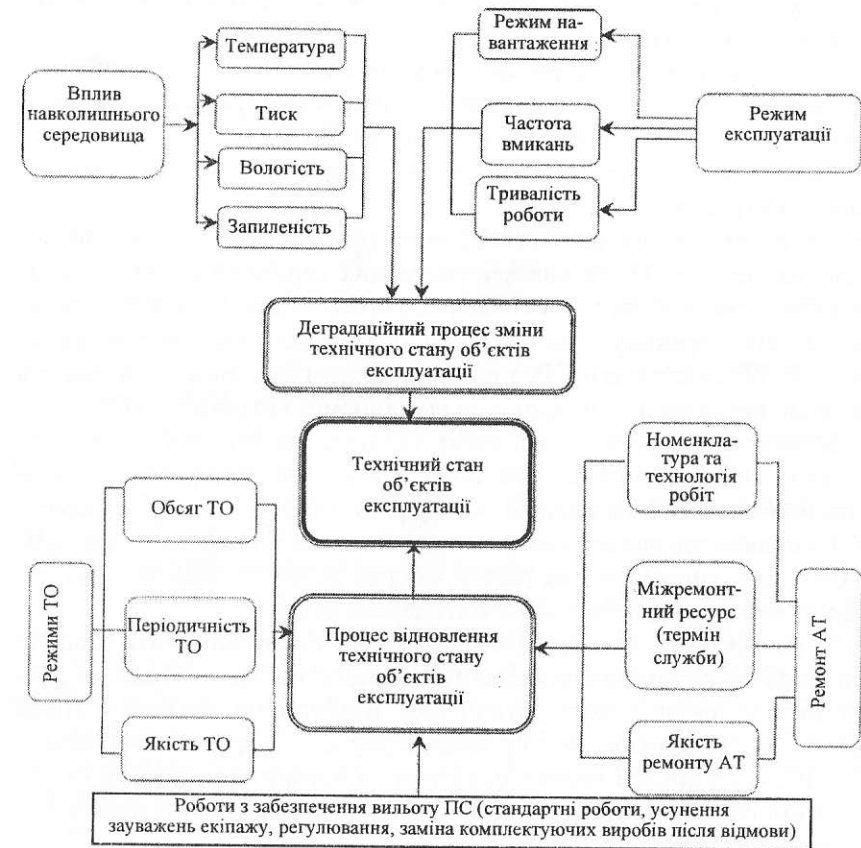


Рис. 1.2. Процес зміни технічного стану функціональних систем ПС

Взаємозв'язок об'єктивного процесу зміни ТС об'єкта та суб'єктивного процесу ТО встановлюють за допомогою стратегій експлуатації, зокрема стратегій ТО, що являють собою сукупність принципів і правил, які забезпечують задане керування процесом ТЕ з допомогою підтримання найвигідніших режимів роботи та призначення робіт з ТО згідно із ТС об'єкта експлуатації.

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 виробом працездатності;
- надану номенклатуру засобів контролю.

Залежно від обраного методу експлуатації, прийнятої системи контролю, а також характеру та фізичної сутності процесів, які зумовлюють втрату працездатності ПС, провадять оптимізацію режиму контролю.

Ефективність процесу ТЕ АТ значною мірою визначає вдосконалення 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 стратегії ТО, підвищують експлуатаційну надійність техніки, регулярність польотів та скорочують витрати на ТО.

У загальній номенклатурі робіт ТО 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.

У розробленні та керуванні системою збереження ЛП головне завдання — це визначення складу та змісту заходів, які мають реалізувати у процесі експлуатації ПС. Вирішуючи завдання, треба враховувати: політику, що провадить держава у царині збереження ЛП ПС; особливості чинної практики та нормативної бази в галузі ТЕ; вимоги міжнародних стандартів ІСАО; позитивний досвід вирішення проблем збереження придатності до польотів ПС.

У формуванні керівництва ТО слід дотримуватися принципів адаптивності до будь-яких змін експлуатаційних властивостей комплексуючих виробів, умов експлуатації, рівня розвитку виробничої та матеріально-технічної баз експлуатаційних підприємств.

У реалізації програм ТО важливого значення набувають питання керування 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 взаємин, які склалися впродовж роботи, довіри та поваги.

В експлуатанта ПС має бути чіткий опис обов'язків і каналів звітності стосовно забезпечення ЛП 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 (такі як технічні замовлення, сертифікати типу, директиви з льотної придатності, бюлетені на обслуговування і т. ін.);
- дефектів ТО та виконаних робіт, що мають бути детально реєструватися;
- даних щодо контролю характеристик і роботи систем та їх зберігання для аналізу тенденцій;
- документально оформлених корпоративних цілей, завдань і політики щодо забезпечення льотної придатності ПС і БП;
- записи про професійну підготовку персоналу, атестацій та термінів перепідготовки і т. ін.;
- формуляри на агрегати, дані з наробітку та ін.

У великих експлуатантів значна частина такої інформації закладена в комп'ютери, і тому ефективність роботи організації з ТО залежатиме від якості й оперативності її систем керування документацією та даними. При цьому особливої уваги слід надавати на навчання всіх працівників, принципів системи керування інформацією для збирання і зберігання даних та підготовку спеціалістів, які володіють необхідними знаннями й досвідом, необхідним для аналізу експлуатаційної інформації, розроблення пропозицій з їх упровадження під час ТО ПС.

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 та ін.)?
- чи виявляють та усувають небезпечні фактори?
- чи проводять роботу з недотриманням процедур під час технічного обслуговування?

При цьому слід охоплювати не тільки спеціалістів, які працюють у цехах з ТО, але й інженерів, плановиків, керівників, працівників складу та інших осіб, які беруть участь у процесі ТО. У такій системі різноманітних функцій, які виконують авіаційний персонал, відхилення від процедур та помилки ТО неминучі і повсюдні.

У результаті низької виробничої культури в організації з ТО може складатися ситуація, коли небезпечну практику роботи не будуть коригувати; при цьому можуть виникнути приховані потенційно небезпечні умови, які можуть не викликати проблем протягом кількох років.

### 1.3. Керування безпекою польотів та концепція ризику

Безпека польотів залежить від ЛП ПС, тому керування БП набуває принципового значення у царині ТО, інспекції та капітального ремонту АТ.

Забезпечення БП та ефективне керування безпекою польотів поширюється на значний спектр організацій і установ, зокрема 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 та професійні асоціації, а також авіаційні навчальні заклади й центри професійної підготовки. Окрім того, треті сторони, які забезпечують допоміжне обслуговування авіації, теж несуть відповідальність за забезпечення БП.

В історичному плані головної уваги в забезпеченні БП надавали дотриманню нормативних вимог, які постійно ускладнювалися. Такий підхід до БП передбачає ретроактивне реагування на небажані події через упровадження заходів, спрямованих на запобігання їх повторенню.

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 розробляють нові концепції БП та керування нею.

Сучасна практика керування БП переходить від суто реагування до проактивніших заходів.

Вважають, що крім міцної бази законодавчих актів і нормативних вимог, що ґрунтуються на Standards and recommended practices (SARPs) (Стандарти та рекомендована практика) ICAO, а також забезпечення дотримання цих вимог ефективну роль у керуванні БП відіграє ціла низка інших елементів, а саме:

- застосування науково обґрунтованих методів керування факторами ризику;
- визначення політики та стандартів щодо БП;
- інформаційне забезпечення БП, корпоративна культура безпеки, що сприяє застосуванню безпечної практики та заохочує надання інформації про безпеку польотів;
- ефективне дотримання стандартних експлуатаційних правил (СЕР) з використанням контрольних переліків та інструктування;
- виявлення та оцінювання 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 і ТО обладнання;
- забезпечення комплексної підготовки експлуатаційного персоналу в області БП (з урахуванням аспектів людського фактора);
- обмін інформацією, пов'язаною з БП (між компаніями чи державами);
- моніторинг стану БП і оцінювання ефективності програми гарантування безпеки;

Проте, жоден із перелічених елементів окремо, без інших, не здатен задовольнити сучасні вимоги до керування факторами ризику. Лише комплексне застосування більшості цих елементів здатне підвищити стійкість авіаційної системи до небезпечних дій та умов.

Процедури та практика, які застосовуються на систематичній основі для забезпечення БП, у сукупності називають *системою управління безпекою польотів* (СУБП).

Система керування БП під час ТО має базуватися на таких трьох стрижневих елементах:

- корпоративному підході до гарантування безпеки;
- ефективному функціонуванню системи ТО;
- системі контролю забезпечення безпеки та оцінювання програм ТО.



Корпоративний підхід до гарантування безпеки передбачає порядок розроблення організацією своєї концепції та культури безпеки.

Для визначення підходу враховують такі фактори:

- розміри організації з ТО (великим експлуатантам може бути потрібен структурованіший підхід);
- характер виконуваних операцій, (наприклад, цілодобова робота, міжнародні та 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, яку практикують;
- 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, яка вже тривалий час є невід'ємною частиною діяльності організацій із ТО.

До основних засобів, які забезпечують функціонування системи керування БП під час ТО, належать:

- чітко сформульовані СЕП;
- розподіл ресурсів з урахуванням оцінки ризику;
- системи надання даних про небезпечні фактори та інциденти;
- програми аналізу польотних даних;
- відстеження тенденцій та аналіз стану безпеки (включно з аналізом витрат та прибутків);
- компетентне розслідування інцидентів, пов'язаних із ТО;
- навчання персоналу з питань керування БП;
- система прямого та зворотного зв'язку (сюди входять обмін інформацією та популяризація питань безпеки).

Авіаційні події та інциденти з технічних причин частіше бувають пов'язані з діями людини, а не відмовою техніки. Досить часто їх причиною є недотримання 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 виконання 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, стосунки в організації;
- керування та нагляд.

В організаціях з ТО слід стимулювати свідоме подання інформації про припущені під час ТО помилки, особливо такі, які ставлять під загрозу придатність до польотів, що дає можливість вжити ефективні заходи. Для цього необхідно створити атмосферу, у якій персонал не боїться інформувати свого керівника про виявлені помилки.

Оскільки безпека виявляється через ризик, то будь-яке визначення поняття безпеки має містити концепцію ризику.

Перед тим як провести оцінювання, чи є та чи інша система безпечною, спочатку необхідно визначити, який рівень ризику можна вважати прийнятним для цієї системи.

Ризик часто трактують як міру 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) ризику такого високого рівня, що вони є неприйнятними;
- б) ризику такого низького рівня, що вони є прийнятними;
- в) рівні ризику, що є між категоріями а та б. У цьому разі необхідно розглядати різні компроміси між мірою ризику та вигодами.

У всіх випадках, коли фактор ризику не задовольняє раніше встановлених критеріїв 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 його можна розглядати як припустимий за таких умов:

- а) цей ризик нижчий за раніше встановлену межу неприйнятного рівня;
- б) цей ризик був знижений до найменшого практично можливого рівня;

в) переваги від системи або змін, що пропонують, досить значні, щоб виправдати обрання цього ризику.

Навіть у разі, якщо ризик класифікують як прийнятний, але існують заходи, здатні забезпечити подальше зниження рівня цього ризику, то їх слід ужити.

Для опису ризику, який був знижений до найменшого практично можливого рівня, застосовують аббревіатуру НПМР. Для визначення того, що є «практично можливим», треба враховувати як технічні можливості подальшого 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 подальше зменшення ризику є практично нездійсненним, або пов'язані з цим витрати значно перевищують прибутки.

Контроль факторів ризику визначають як виявлення, аналіз та усунення (і/або зменшення до прийнятного або допустимого рівня) тих небезпечних факторів, а також ризиків, які загрожують життєздатності організації.

*Метою контролю факторів ризику у царині забезпечення БП є зосередження зусиль на джерелах найбільшого ризику безпеки.*

Загальний опис процесу контролю факторів ризику поданий у вигляді блок-схеми на рис. 1.3.

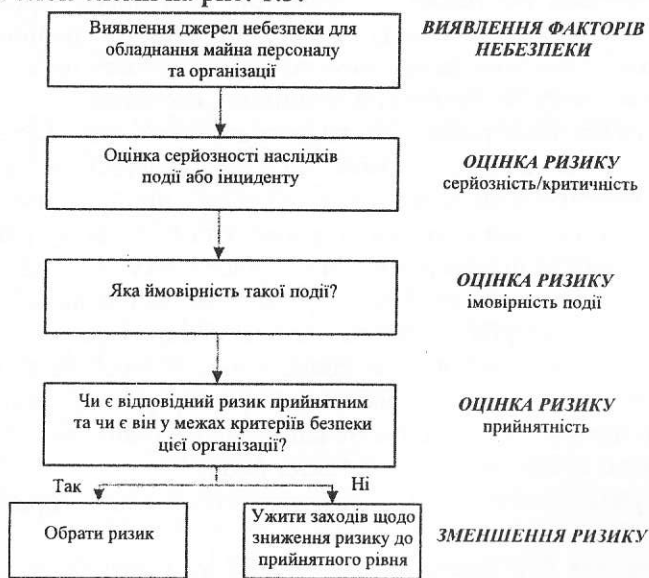


Рис. 1.3. Процес контролю факторів ризику

Як видно з рис. 1.3, контроль факторів ризику містить три найважливіші елементи, а саме: виявлення факторів небезпеки; оцінка ризику; зменшення ризику.

*Виявлення факторів небезпеки.* Небезпечні фактори можуть бути розпізнані застосуванням аналізу фактичних подій чи інцидентів (ретроактивні методи) чи встановлені проактивними методами, спрямованими на виявлення джерел небезпеки, 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 небезпеки, що наражають на ризик цю систему. Цей процес передбачає вивчення всіх факторів, зокрема організаційного та людського.

Моніторинг стану безпеки гарантує впорядкований та системний процес виявлення джерел небезпеки, а саме, коли спостерігають нез'ясоване зростання кількості подій, пов'язаних з безпекою, або збоїв у системі гарантування безпеки.

*Оцінювання ризику.* Оцінювання ризику передбачає врахування як імовірності, так і міри важкості будь-яких несприятливих наслідків. Оцінюючи ризик, важливо розрізнати небезпечні фактори (можливості заподіяння шкоди) і ризик (імовірність заподіяння цієї шкоди).

На основі оцінювання рівня ризику можна розподілити за пріоритетністю фактори ризику стосовно інших, неліквідованих, джерел небезпеки. Це має дуже важливе значення для прийняття логічно обґрунтованих рішень щодо виділення обмежених ресурсів для контролю тих небезпечних факторів, які становлять найбільший ризик для організації. Розподіл за пріоритетністю ризиків передбачає наявність раціональних засад, що дає можливість встановлювати пріоритет одного фактора ризику стосовно інших.

#### 1.4. Вплив людського фактора на безпеку польотів

На сьогодні усвідомлюють важливість 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 парк АТ авіакомпаній.

Сучасні літаки, наприклад, типу «Boeing-747-400» та «Airbus-340», мають тричі резервовані системи керування 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 них здобули базову підготовку в галузі механічних, а не сучасних систем керування.

Під час ТО помилки людини зазвичай виявляються в ненавмисне 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 містить у собі можливість припускання людиною помилки, яка може призвести до ненавмисного заподіяння несправності ПС.

Помилка в другому випадку є результатом не виявлення небажаного або небезпечного стану під час виконання регламентного ТО, мета якого якраз і виявити такий стан. Прикладом таких помилок є непомічена під час візуального огляду тріщина в силовому елементі або демонтаж справного блока електронного обладнання замість несправного через неправильно встановлені причини несправності.

Такі помилки можуть бути викликані й прихованими відмовами, такими як недостатня професійна підготовка, нестача ресурсів або інструментів, необхідних для ТО, брак часу та 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 технології несанкціоновано відбулося руйнування конструкції пілона, що далось взнаки 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, а далі — до втрати керування. Літак «Boeing-747» авіакомпанії «Джапен ерлайнз» зазнав аварії через швидку розгерметизацію літака під час польоту, коли внаслідок неправильно виконаного ремонту відмовив задній гермошпангоут. У результаті виниклого через це над-

мірного 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.

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 ключем, результатом чого стало можливим осьове переміщення всередину та назовні від криволінійної посадкової поверхні, що викликало появу значних потертостей та відхилення від симетричного положення. Гайки одна за одною відкручувалися, вивільняючи болти, поки їх не залишилося тільки чотири...».

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

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, у яких утілені новітні технічні досягнення) не була такою пильною, щоб розгледіти першопричини прихованих та активних відмов. Не вчинки окремих людей, а саме взаємодія множинних відмов, і призвела до конкретних авіаційних подій та інцидентів. Якщо розглядати питання з організаційної позиції, стає помітним, що організаційні недоліки не можна нейтралізувати з допомогою технології, підготовки кадрів і встановлення чітких правил. Досить часто в розробленні заходів підвищення безпеки та запобігання подіям в авіаційній галузі не враховується та обставина, що помилки людини припускається за конкретних організаційних умов, які або сприяють, або перешкоджають її виникненню.

Приховані відмови частіш за все невідчутні, не спричиняють безпосередньої небезпеки і «чекають на нагоду», щоб виявитися як непередбачена видима активна відмова або помилка «оператора переднього краю» — останньої ланки низки помилок — і викликати у та-

кий спосіб АП, яка здатна забрати людські життя та знищити майно. Авіаційні події, причиною яких є неправильне ТО або неправильна інспекція ПС, змушує замислитися більше про організацію, а ніж про конкретну особу, яка перебуває наприкінці виробничої лінії. Коли вивчають організаційні аспекти, пов'язані з виконанням операцій ТО вночі перед льотною подією, виявляється переплетіння перехресних ліній ревізійних перевірок, передавання повідомлень та керування виробничим процесом. Низку відмов, що безпосередньо призвели до події, не можна розглядати як результат психічного розладу окремих осіб. Швидше, вони відбивають первинний порядок ведення 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 дотримання викладених у ньому положень. Припускаючись очевидних чи неочевидних постійних помилок, вище керівництво компанії створило таку робочу атмосферу, у 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 розглядають з позиції несправності ПС.

Статистика свідчить, що припущення організаційних або систематичних помилок в організаціях, що здійснюють ТО ПС, їх припускається не одна організація чи один регіон. За результатами аналізу польотних подій установили:

- технічний персонал та інспектори порушували встановлені методи та процедури (активна відмова);
- особа, відповідальна за забезпечення дотримання встановлених процедур і методів, не здійснювала перевірки 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 ТО виконували особи, не вповноважені виконувати ці обов'язки, які з ліпших міркувань з власної ініціативи починали роботу (активна відмова, яку зумовили 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 та несе повну відповідальність за поставлення цілей і керування наявними ресурсами для досягнення та зрівноваження двох чітко визначених цілей: гарантування безпеки та своєчасне рентабельне перевезення пасажирів та вантажів.

У царині ТО в процесі підтримання ЛП парку ПС за потреби створюють, передають, використовують і реєструють значний обсяг інформації.

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

Недбале ставлення до затверджених процедур ТО, установлених в організації правил і стандартів нормативних документів пов'язане з проблемами, що виходять за межі службових обов'язків окремих осіб, оскільки така поведінка не є випадковою.

Існує думка про те, що вважати помилки людини або оператора основними причинними факторами багатьох АП. Аналіз кількох аварій високотехнологічних систем, причиною яких вважали помилку оператора, засвідчив, що встановлені протягом розслідування помилки людини були спровоковані іншими факторами. Тому дуже важливо відрізнити спровоковані системою помилки людини від тих, які насправді є наслідком неефективних дій оператора. Серед факторів, що провокують аварії, можна назвати недоліки в конструкції обладнання, негативний вплив машини на людину, недостатню підготовку персоналу, а також неефективні методи управління в організаційних структурах.

### 1.5. Закон Мерфі

Виявивши критичну помилку техніків у монтажі експериментального обладнання, Едвард Мерфі дійшов висновку: «Якщо є два способи зробити щось, причому якщо один з них веде до катастрофи, то хтось обов'язково обере саме цей спосіб». Колеги капітана Мерфі назвали цей висновок «законом Мерфі».

Якщо перефразувати, то закон Мерфі звучатиме так: «якщо якась неприємність може трапитися, вона трапиться».

Нині йдеться мова про «закони Мерфі», під якими розуміють як афоризми, повчальні вислови не тільки математичного, технічного чи філософського змісту, а й гумористичні. Закон Мерфі покликав появу великої кількості 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.

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.



### Питання для самоперевірки

1. Обґрунтуйте значення проблеми забезпечення БП для ЦА.
2. Дайте визначення поняття «людський фактор».
3. Схарактеризуйте вплив людського фактора на БП.
4. Наведіть схему формування авіаційних подій.
5. Зазначте види забезпечення процесів ТО, які утворюють інфраструктуру системи ТОiP.
6. Схарактеризуйте процес зміни технічного стану функціональних систем ПС в експлуатації.
7. Схарактеризуйте концепцію ризику та назвіть особливості сучасної практики керування БП.



### 2.1. Сутність і структура діяльності

Діяльність як психологічний процес являє собою складне структурне утворення, у 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 його опанування або його вдосконалення. Безумовно, успішною діяльність буде лише за певних умов. Структуру діяльності можна зобразити з допомогою блок-схеми (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Блок-схема структури діяльності

Праця як колективна спільна діяльність людей неможлива без спілкування. Об'єктивні відносини та зв'язки між працівниками реалізуються як суб'єктивні міжособистісні взаємини.

Спілкування — це багатоплановий процес розвитку контактів між людьми, зумовлений потребами спільної діяльності. Воно передбачає обмін інформацією, діями та результатами діяльності, а також сприйняття людини людиною.

З метою поліпшення інформування людей на даному етапі дедалі ширше використовують технічні засоби, зокрема комп'ютери, і в цьому, безперечно, і полягає 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:

- 1) комунікативний — обмін інформацією;
- 2) інтерактивний — обмін знаннями, ідеями, діями;
- 3) перцептивний — сприймання, пізнання, взаєморозуміння.

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

Неодмінні психологічні ознаки діяльності такі:

— свідоме передбачення результату діяльності 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 діяльності, 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, почуванні причетності до організації, розумінні свого місця в реалізації її стратегічних цілей та залежності результатів від вкладеної праці.

Ефективність праці оцінюють за параметрами результатів — за кількісними і якісними показниками.

Найважливішими з них є продуктивність, якість, надійність, які значною мірою залежать від трудового потенціалу працівника.

Трудовий потенціал людини характеризують її працездатність, рівень освіти й професійно-кваліфікаційна підготовка, знання, навички, здібності, ставлення до діяльності, ініціативність, активність, організованість.

Важливою передумовою раціональної діяльності є опанування найрізноманітніших звичок, умінь і навичок.

Уміння ґрунтується на знаннях і навичках, готовності людини успішно виконувати ту чи іншу діяльність (рис. 2.2).

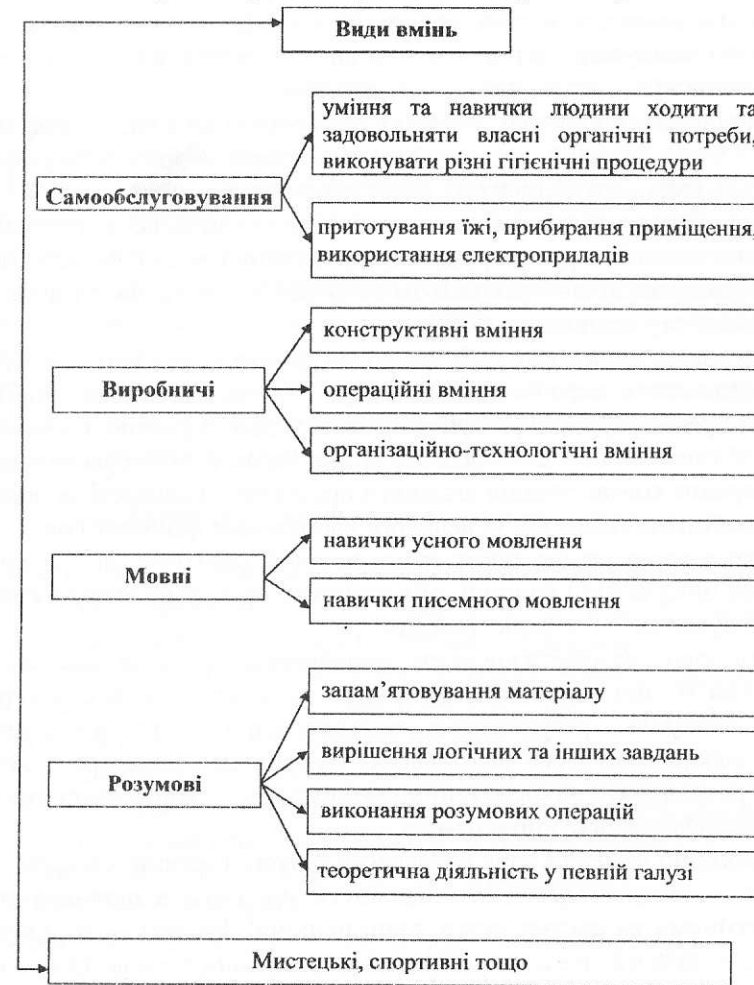


Рис. 2.2. Види вмінь

*Звички* — схильність людини діяти певним чином. До речі, на відміну від навичок, звичка може певною мірою свідомо контролювати людина.

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

У процесі праці функціональне напруження людини зумовлене двома видами навантажень: м'язовими та 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 витрат м'язової та нервової енергії, виконавських і творчих функцій, механічних дій і операцій мислення у процесі діяльності характеризують зміст діяльності.

Зміст діяльності зумовлюють техніка, технологія, організація виробництва, тобто рівень розвитку продуктивних сил суспільства. Характеристика діяльності за її змістом пов'язана також з оцінкою рівня розвитку працівника.

Отже, зміст діяльності відбиває рівень розвитку речових і особистісних елементів виробничого процесу. Так, застосування простих знарядь праці супроводжує приведення їх у дію людиною з допомогою її м'язової сили. Це — фізична праця, характерною рисою якої є безпосереднє контактування людини з предметом діяльності 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 автоматизованість виробничих процесів має своїм наслідком те, що основними функціями людини стають спостереження, контроль і регулювання на основі сприймання та опрацювання інформації. Суто виконавські функції доповнюють планування, розрахунки, використання креслень, що ставить вищі вимоги до кваліфікованості працівника.

Авіаційний фахівець стає складовою ланкою системи «людина — техніка — середовище». Його діяльність пов'язана зі значними навантаженнями на органи чуття; вищі психічні функції — пам'ять і мислення, вимагає напруженої уваги та вольових зусиль. Оскільки працівникові доводиться регулювати та 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 сприймання, опрацювання, прийняття та реалізації рішень.

Кожний вид діяльності потребує вибіркової, специфічної психічної активності працівника, пов'язаної з пізнанням, спілкуванням, ініціативністю, відповідальністю тощо. 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 та підпорядкованість.

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 та рефлекторної саморегуляції. Доведено, що не всяке мінімізування часу на виконання трудових рухів вигідне, оскільки часто призводить до невиправданого збільшення витрат енергії працівника і, зрештою, до зниження ефективності праці. З огляду на це саме раціоналізацію трудових рухів покладено в основу оптимізування трудових операцій і процесів.

## 2.2 Характеристика та 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 оцінювання використовують систему різних показників, які характеризують як кількісні й якісні результати роботи, так і функціональний стан працівника.

Для оцінювання працездатності застосовують три групи показників, які характеризують результати виробничої діяльності, фізіологічні зрушення та зміни психічних функцій людини у процесі діяльності. Це — виробничі, фізіологічні і психологічні показники.

### 1. Виробничі показники:

- продуктивність праці — виробіток продукції за одиницю часу;
- трудомісткість діяльності — витрати часу на виробничу операцію;

- якість роботи (продукції) — наявність браку;
- втрати робочого часу та простої устаткування через провину працівника.

Зазначимо, що якісні показники діяльності інформативніші для оцінювання працездатності, оскільки вони значною мірою залежать від функціонального стану працівника та раніше знижуються у зв'язку з утомою, ніж кількісні показники.

### 2. Фізіологічні показники:

- величина енерговитрат;
- частота пульсу, ударний і хвилинний об'єми крові;
- м'язова сила;
- м'язова витривалість;
- час сенсомоторних реакцій;
- частота дихання, легенева вентиляція, коефіцієнт споживання кисню;
- сила, рухливість, урівноваженість процесів збудження та гальмування;
- температура шкіри.

### 3. Психологічні показники:

- увага (концентрація, перемикання, розподіл);
- мислення;
- пам'ять;
- сприймання;
- емоційно-вольове напруження.

Оцінювання працездатності за виробничими показниками базується на застосуванні економіко-статистичних методів, хронометражних спостережень, фотографії робочого дня та на використанні устаткування, фотохронометражі, самофотографії.

Виробничі показники характеризують ефективність праці і опосередковано — рівень працездатності. Це зумовлено тим, що продуктивність праці та функціональний стан працівника протягом робочої зміни змінюються різноспрямовано. Так, продуктивність праці наприкінці зміни може підвищитись або зберегтися на високому рівні, тимчасом як функціональний стан поступово погіршується. Продуктивність праці починає знижуватися в результаті значної втоми, оскільки на початкових її стадіях має місце компенсація завдяки резервним можливостям організму. У зв'язку із цим

особливе значення має вивчення динаміки функціонального стану з 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 окремим показником, так і за інтегральним.

Узагальнена крива працездатності людини протягом робочого дня дістала назву *класичної кривої* і характеризується чітко визначеними фазами (рис. 2.3).

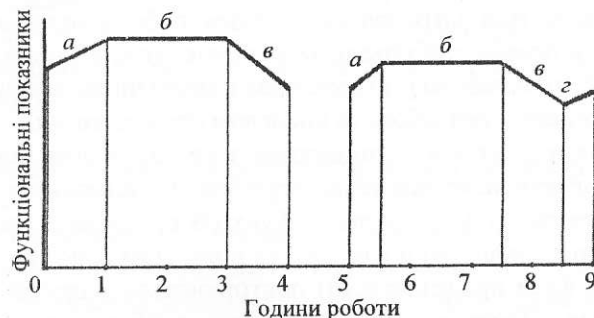


Рис. 2.3. Типова крива працездатності протягом робочої зміни:  
а — впрацьовуваність; б — стійка працездатності;  
в — зниження працездатності; г — емоційний порив

*Фазами працездатності* називають зміни функціонального стану організму людини в процесі діяльності. Протягом зміни в динаміці працездатності відрізняють кілька фаз.

Передробочий стан, або фаза мобілізування енергетичних резервів — підвищення тону центральної нервової системи перед виконанням роботи. Стан має дуже важливе значення для виконання роботи, оскільки формує оптимальний вихідний рівень функціонального стану організму працівника.

Фаза впрацьовуваності, або стадія підвищення працездатності — це період, протягом якого відбувається перехід від стану оперативного спокою до робочого стану. Її характеризує перехід функцій на новий, більш високий рівень інтенсивності. Тривалість фази впрацьовуваності може бути різною, оскільки залежить від багатьох факторів. Так, що інтенсивніша робота, то швидше завершується фаза впрацьовування.



За важких видів діяльності період впрацьовуваності становить 20...25 хв; під час виконання нескладних точних видів діяльності — 1...1,5 год, а в розумовій праці — 1,5...2,5 год.

На тривалість фази впрацьовуваності впливає вік працівника.

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

Фазу стійкої працездатності, або стійкого стану, характеризує найвища для конкретного працівника продуктивність 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 та кисневим споживанням.

Фаза розвитку втоми починається через 3...4 год від початку роботи. Її характеризує зниження виробничих показників за наростання напруженості фізіологічних функцій організму. Людина відчувається стомленою, що посилюється відчуттям голоду.

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

Часом наприкінці робочої зміни можливе зростання працездатності людини внаслідок суто емоційних факторів. Ця фаза в динаміці працездатності дістала назву *емоційного, або прикінцевого, пориву*.

Урахування особливостей динаміки працездатності в конкретних виробничих умовах дає можливість розробляти заходи щодо оптимізування працездатності. Однак ефективнішими ці заходи будуть тоді, коли враховувати добову і тижневу динаміку працездатності.

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

Потужним фактором високої працездатності та продуктивності праці є оптимізування трудових навантажень на основі механізованості й автоматизованості виробничих процесів, удосконалення технології, скорочення і повної відмови від важкої фізичної діяльності. Доведено, що за правильної організації діяльності на нескладних роботах спостерігається найбільша тривалість фази стійкого стану, а на важких фізичних видах діяльності вона коротка.

Важливим напрямком підвищення працездатності працівників є ритмізація трудових процесів, оптимізування темпу роботи. Особливе значення в підвищенні працездатності працівників має створення сприятливого соціально-психологічного клімату в організації, високого рівня мотивації діяльності, ефективної системи стимулювання результатів діяльності, загальний рівень життя та охорона здоров'я.

### 2.3. Втома та заходи запобігання перевтомі працівників

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

Утому, яка розвивається під впливом трудової діяльності, характеризують як професійну, або як виробничу, на протигагу загальній втомі, зумовленій життєдіяльністю людини. Слід зазначити, що втомленість працівника та величина втоми певною мірою залежать від таких індивідуальних особливостей людини, як фізичний розвиток, стан здоров'я, вік, інтерес до роботи та мотивація, розвиненість волі, тип нервової системи.

Сучасні уявлення про втому базуються на центрально-нервовій концепції, яка, зокрема, наголошує, що джерело почування втоми перебуває виключно в центральній нервовій системі, а не спричиняється перенапруженням м'язів, як це вважалося раніше.

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

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

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

Роботу нервових клітин супроводжують витратами енергетичних ресурсів, які за нормального стану організму відновлюються в процесі діяльності.

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

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

- почування знесилення, коли людина відчуває, що не в змозі як належно працювати далі;
- нестійкість і відволікання уваги;
- порушення роботи моторної сфери — рухи сповільнюються або, навпаки, стають квалливими, нескоординованими;
- погіршення роботи пам'яті та мислення, особливо у разі виконання розумової діяльності;
- послаблення волі, рішучості, витримки, самоконтролю;
- сонливість.

Слід зазначити, що суб'єктивні оцінки втоми залежать від мотивації, зацікавленості роботою, рівня прагнень і відповідальності, емоційного стану.

До об'єктивних критеріїв втоми належать:

- показники ефективності діяльності;
- зміни в роботі різних фізіологічних систем і психічних функцій.

Особливу роль у підтриманні працездатності та 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 змінюють форсовані зусилля у високому темпі, дуже втомливі для працівника.

Збереження працездатності та віддалення розвитку втоми забезпечують також зміною видів діяльності. 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 та відпочинку залежно від важкості роботи є одним з основних організаційних заходів збереження працездатності і запобігання перевтомі працівників.

#### 2.4. Запобігання монотонності та способи підвищення змістовності діяльності

Загальна тенденція розвитку сучасної ЦА полягає в тому, що науково-технічний прогрес звільняє працівника від важкої фізичної праці перемикаючи 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 автоматизованістю всіх функціональних галузей виробництва. Сюди належать автоматизовані завантажувально-транспортні системи, центри оброблення та мережа передавання інформації тощо.

Негативні наслідки новітніх технологій виявляються у:

- посиленні темпу діяльності та монотонності;
- підвищенні шуму;
- ізолюваності працівника в техногенному середовищі;
- обмеженні контактів унаслідок «прив'язаності» до терміналів ЕОМ;
- розвитку несприятливих психічних станів;
- нервових навантажень за незначних фізичних.

Комп'ютеризованість виробництва також перетворюється на складну проблему, яка потребує врахування адаптаційних можливостей людини до дисплейної техніки та дотримання відповідних вимог. Позитивні результати використання дисплейної техніки пов'язані зі скороченням часу документообігу, підвищенням про-

дуктивності праці. Професійний ризик для користувачів дисплеїв пов'язаний також із можливістю опромінення. Останнє знижує активність кори мозку, заважає зосередженню уваги та сповільнює реакції. Серед операторів досить поширеними є такі професійні захворювання, як погіршення зору, біль у м'язах, психічні та нервові розлади, серцево-судинні хвороби.

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

Монотонна діяльність, як і всяка інша, викликає втому та появу почування втомленості. Спільним для монотонності й втоми є те, що вони впливають на працездатність і переживаються як неприємне відчуття. Відмінність між ними полягає в такому:

– утому спричиняє важкість діяльності, а монотонність може з'являтися під час виконання легкої, не втомливої роботи;

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

– втома посилює психічне напруження, а монотонність послаблює його.

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, такою, яка сприяла б розвитку творчого мислення працівника. Основним принципом проектування раціонального трудового процесу (операції) є принцип збереження певної логічної завершеності і структурної цілісності виконуваної операції. Навіть в умовах глибокої диференційованості 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.

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

До факторів зменшення монотонності належать також психологічні заходи, спряйняння посилення внутрішніх мотивів діяльності. Це зокрема психологічне стимулювання трудової діяльності шляхом виокремлення проміжних виробничих цілей, забезпечення працівників поточною інформацією про виконання роботи. Особливе значення мають залучення працівників до управління чи розв'язання виробничих проблем, а також сприятливий соціально-психологічний клімат, створення умов для спілкування в процесі праці.

## 2.5. Конфлікти, способи запобігання їм та їх 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.*

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

- сприяють самоаналізу особистості;
- спонукають до енергійного розв'язання життєвих проблем;
- відкривають наші прагнення та бажання, сприяють осмисленню 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);

Недооцінювати або ігнорувати конфлікти не варто. Ліпше конфліктувати свідомо, спрямовуючи події в конструктивне русло. Ви-

кривлене сприйняття конфлікту призводить до реальної загрози потрапити в пастку власної упередженості.

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

По-перше, економічна та технологічна модернізація, докорінні зміни структури виробництва потребують цілком іншої якості інженерного корпусу, яку визначає не тільки рівень освіти, кваліфікованості, загальної культури, а й комплекс відповідних психологічних рис.

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

По-третє, виробництво модерних технічних приладів і систем типу «людина-машина» незалежно від рівня їх автоматизованості та інформатизованості 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, створив умови для перенапруження людини, виснаження її психофізіологічних ресурсів. Високі вимоги сучасна техніка ставить до органів чуття, насамперед зору людини, а також її пам'яті, координації рухів, стресової стійкості, уміння опрацьовувати значні масиви інформації за жорстких часових інтервалів.

Кількісний склад елементів контролю й керування 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. З іншого ж боку, спостерігаємо стрімке поширення професійних захворювань, спричинених виснаженням людського організму. (Варто нагадати, що 80 % аварій і катастроф на сучасному авіаційному транспорті відбуваються через провину людини). Працівник транспорту, особливо той що зайнятий обслуговуванням систем керування транспортними потоками, змушений бути одночасно і координатором, і програмістом, і прогнозістом,

готовий миттєво виконувати складні математичні операції, і водночас зберігати високий рівень психофізіологічної стійкості, щоб забезпечити безпеку руху. До того ж розвиток технічних засобів безпосередньо спричиняє 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, здатної за своїми психофізичними особливостями 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, розвинена пам'ять, тонкі м'язові відчуття, миттєва здатність змінювати структуру рухових дій, швидко діяти в умовах браку часу, координувати свої рухи тощо).

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

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

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

## 2.6. Класифікація функцій інженерно-технічного складу та мотивація діяльності

Предметним змістом функцій ІТС ЦА є здійснення сукупності заходів щодо планування, організації та технології виконання робіт з ТО АТ, розрахунку і планування оптимальних комплексів запасних частин, інструментів і засобів контролю, розрахунку необхідного складу та чисельності технічного обслуговуючого персоналу, збирання та оброблення даних щодо якості процесів ТО та вирішення інших організаційно-технічних завдань, що належать до ТЕ АТ.

В обслуговуванні АТ бере участь значна кількість людей різних спеціальностей і різного рівня кваліфікації. Кожен із них у тому чи іншому процесі підготовки ПС виконує досить визначений комплекс робіт, передбачений технологічним графіком або графіком контролю виконання робіт. Отже, усі спеціалісти взаємодіють не тільки з АТ, але й між собою.

Аналіз матеріалів дослідження діяльності ПС на всіх рівнях дає змогу виокремити кілька основних функцій, характерних для ІАС:

- планування діяльності 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 заходів забезпечення надійної роботи АТ і БП;
- контроль стану техніки, пошук та усунення її несправностей;
- розподіл кадрового складу та організацію його технічної підготовки.

З урахуванням цих функцій, а також необхідної оперативності їх виконання, обсягу оброблюваної інформації і затрат праці на їх підготовку вирішують такі завдання:

- 1) облік наявності та 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) керування підготовкою АТ до польотів;
- 4) облік виконання вказівок і директив щодо експлуатації АТ;
- 5) контроль наявності та руху дефіцитного авіаційно-технічного майна, зокрема фондів запасних частин;
- 6) збір і накопичення інформації щодо несправностей АТ та аналізу надійності АТ;
- 7) контроль процесу виконання дороблення АТ і рекламаційна діяльність;
- 8) оцінювання технічного стану (ТС) двигунів, агрегатів та систем на основі прогнозування змін параметрів виробів АТ упродовж експлуатації;
- 9) контроль за ТС та діагностування виробів АТ, пошук несправностей;

10) контроль укомплектованості ІАС особовим складом та врахування рівня підготовки спеціалістів;

11) аналіз якості та 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 щодо ТО і контролю якості їх виконання.

Для вирішення інформаційних завдань виконують детальний облік витрат на ТО, контроль простоїв ПС, а також складають докладний архів технологічного обладнання і запасів. Облік напрацювання складних технічних систем дає можливість планувати заходи щодо їх ТО. Значна робота пов'язана зі збиранням, узагальненням та аналізом відомостей щодо надійності технічних систем, якості ТО і заходів збереження льотної придатності ПС.

Облік несправностей, виявлених під час виконання контрольних операцій, дозволяє найбільш ґрунтовно вирішити проблему вірогідності та об'єктивності зібраних вихідних даних, якими користуються для аналізу надійності та протоколів якості.

Ще одну велику групу складають завдання диспетчерського типу, що дають можливість створювати технологічні графіки робіт з обслуговування і ремонту та контролювати процес їх виконання. Оброблення отриманих у процесі їх вирішення результатів дає змогу об'єктивно проаналізувати якість ТО і затрат праці на виконання різнорідних операцій.

Пошук оптимальних варіантів ТЕ передбачає визначення завдання планування підготовки ПС до польотів і спорядження ПС відповідно до польотних завдань; організації системи забезпечення запасними частинами; методи оцінювання ТС об'єктів ТЕ, планування регламентних робіт, які виконують в організаціях з ТО.

Залежно від її 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 та підрозділи в організаціях з ТО АТ. Керівник, приймаючи рішення, повинен поєднувати свої особистісні здібності, форми, засоби та методи роботи з потребами колективу та об'єктивними тенденціями його розвитку. Форми та методи роботи оператора-

керівника залежать від структури підприємства, хоча часто вони є загальними. Керівник повинен враховувати всі складові конкретної ситуації, що склалася, а також групи різних факторів, які характеризують діяльність колективу. Коли немає стандартних ситуацій, потрібні ретельний аналіз становища та вироблення індивідуальних рішень. Зважаючи на те, що помилки керівника мають своїм наслідком значні збитки, найбільш складним і відповідальним у діяльності керівника є прийняття правильного рішення.

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

*Організатор* — спеціаліст, який планує робочі завдання та керує комплексом робіт з підготовки ергатичних систем (ЕС) до виконання робочого завдання, зокрема, через зведення ЕС до організаційного та працездатного станів. Специфічною особливістю діяльності організатора є зміщення акценту на оцінювання інформації. Організатор має певну кількість альтернатив, з яких обирає одну на основі досвіду роботи. Найбільш важливою рисою організатора є здатність правильно формувати рішення з урахуванням усіх факторів, які впливають на якість ТО.

*Виконавець* — це авіаційний спеціаліст, який виконує функції підтримання та відновлення працездатності виробів АТ і використовує як засоби діяльності різні технічні прилади та виконує стандартні дії. Виконавець бере безпосередню участь у технологічному процесі й чітко керується у регламентованих діях інструкціями, які зазвичай містять повний набір ситуацій. Головною особливістю діяльності виконавця є своєчасне ідентифікування об'єкта, набору типових рішень і вибір правильного рішення.

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

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

*Контролер* — це спеціаліст, який не бере безпосередньої участі у виробничо-технологічному процесі, але стежить за відповідністю

діяльності встановленим нормам, зокрема перевіряє безвідмовність АТ і безпомилковість виконання проміжних операцій.

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

*Мотивація* — це процес спонукування кожного працівника і всіх членів його колективу до активної діяльності для задоволення власних потреб і для досягнення завдань організації.

Мотивацію діяльності можна розглядати як невідповідність того, що людина може зробити тому, що вона робить реально.

В основі особистісної мотивації лежать потреби. Стан потреби характеризує чітка актуальна спрямованість. Потреби людини можна поділити на базові, похідні та вищі.

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

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

*Вищі потреби* — це перш за все потреби у творчості та творчій діяльності.

*Мотив* — обґрунтування рішення на задоволення або незадоволення певної потреби в даному об'єктивному та суб'єктивному середовищах. Мотив є результатом мотивації і внутрішньою психологічною активністю, що організовує та планує діяльність і поведінку, спрямованих на необхідність задоволення потреби.

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

Характеристиками інтересів є їх широкість, глибина та стійкість.

Широкі інтереси визначаються кількістю об'єктів, сфер діяльності, які мають для особи стійку значущість.

Глибина інтересів показує міру заглибленості особистості змістом досліджуваного об'єкта. Поверхневі знання в різних галузях діяльності свідчать про дилетантство особи.

Стійкість інтересів виявляється в тривалості збереження відносно інтенсивного інтересу.

Широкість, стійкість і глибина інтересів повною мірою відбивають спрямованість розвитку можливостей особистості.

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

Із підвищенням ролі людського фактора з'явилися психологічні методи мотивування. В основі цих методів лежить твердження, що основним мотиваційним фактором є не тільки матеріальні стимули, але й нематеріальні мотиви, такі як самоповага, визнання з боку членів колективу, моральне задоволення своєю діяльністю.

Ефективність методів керування, пов'язаних з оцінюванням результатів діяльності кожного працівника, поступово підтверджується досвідом як іноземних, так і українських підприємств. Однак ті методи атестації, які застосовують в Україні, мають ще 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 на жаль рано.



#### Питання для самоперевірки

1. Проаналізуйте структуру діяльності.
2. Дайте характеристику основних процесів діяльності.
3. Зробіть порівняльний аналіз знань, навичок і вмінь.
4. Визначте роль спілкування в житті людини.
5. Дайте характеристику концепції втоми.
6. У чому полягає біологічна та фізіологічна сутність втоми?
7. Обґрунтуйте ефективність заходів щодо запобігання перевтомі.
8. Зробіть оцінку сучасних тенденцій у розвитку НТП з погляду впливу позитивних і негативних наслідків на якість діяльності.
9. Дайте фізіологічне та психологічне обґрунтування заходів щодо запобігання монотонності та підвищення змістовності діяльності.



#### 3.1. Соціально-психологічний аналіз людини

Льотні події нечасто відбуваються через навмисне недотримання встановлених правил. Зазвичай вони трапляються в обставинах, перебороти які людина просто не в змозі.

Отже, аналізуючи дії людини, її рішення та вчинки треба оцінювати їх з урахуванням рівня працездатності, якого можна реально очікувати від іншої особи з аналогічним запасом знань, кваліфікації та досвіду.

Особливої уваги слід надавати всім факторам, які можуть вплинути на конкретну людину, потрібно аналізувати не тільки самі помилки людини, але й причини, з яких вони сталися.

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

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

Одні люди комунікабельні, життєрадісні, енергійні, інші, навпаки, замкнені, інертні та стримані. І це пов'язане тільки з зовнішніми виявами незалежно від того, наскільки людина розумна, працелюбна, смілива тощо. Психічні явища можна трактувати як відповідь мозку на зовнішні (нарколітичне середовище) і внутрішні (стан організму) дії (подразники).

*Психіка являє собою властивість високоорганізованої матерії, спрямованої на відображення об'єктивної дійсності.*

У людини «носієм» психіки є мозок. Він — головний осередок організму, центр психічної діяльності. Безумовно, знання анатомо-фізіологічних особливостей нервової системи людини необхідні нам для розуміння функціонування психіки. Функціональна організація людського мозку згідно із сучасними поглядами нейропсихології охоплює три основні блоки (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

## 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 та збереження інформації	Порушення нормальної роботи блока II призводить до втрати чутливості — шкірної та глибокої (пропріоцептивної), втрати чіткості рухів
Блок III	Блок, який забезпечує програмування, регулювання та контроль діяльності	Пошкодження блока III призводить до дефектів поведінки та зміни рухів

Ліва півкуля послідовно опрацьовує інформацію, відповідає за логічне мислення, мовленнєві функції, тому її діяльність має швидше 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.

Вивчаючи форми психічної діяльності, необхідно пам'ятати, що психічне життя, свідомість і діяльність особистості завжди виступають в єдності. Людина взаємодіє із середовищем, що її оточує, як цілісна істота. Цілісність взаємодії забезпечують всі функції організму і насамперед вищий відділ центральної нервової системи — кора великих півкуль головного мозку, яка інтегрує всю діяльність організму та 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 виокремити:

- розвиток знань і науковий світогляд;
- ідейні та 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.* Неодмінною складовою свідомості є знання, тому вона орієнтована на відображення та перетворення дійсності.

Установлено, що діяльність людини:

- спрямовує пізнавальна потреба;
- чинить дії відповідно до пізнаної необхідності — свідомо;
- кожна дія набуває для людини значення в міру того, яке становище вона посідає у суспільстві;
- абстрагує, змушує заглиблюватися у зв'язки та взаємозв'язки речей, установлює причинні залежності, розвиває мислення;
- передає та закріплює досвід через соціальні засоби спілкування.

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

## 3.2. Форми пізнання дійсності

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

Процес відчуття відбувається лише за умови безпосереднього впливу на органи чуттів людини, оскільки значну роль у них 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 чуттів.

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 збагатила наші уявлення про види відчуттів людини. Класифікують відчуття за такими ознаками: за браком або, навпаки, наявністю безпосереднього кон-



тактування рецептора з подразником вирізняють дистантні (зорові, слухові, нюхові) і контактні (смакові, больові, тактильні) відчуття.

За розташуванням рецепторів відчуття поділяють на три основні групи:

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

2) інтероцептивні (від лат. *interior* — внутрішній і *receptor*) — рецептори, розташовані на внутрішніх органах і відображають їх стан. До них належать органічні відчуття;

3) 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 та статичні відчуття).

Безперечно, відчуття виникають тоді, коли наші органи чуттів натрапляють на певний об'єкт матеріального світу, пізніше ж у необхідний момент вони перетворюються на сприймання.

Слід зазначити, що важливу роль у процесі життєдіяльності людини відіграють органічні відчуття, до яких перш за все 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, притаманні тим чи іншим об'єктам та явищам, відчуючи їх, а й відомості про самі об'єкти як цілісні утворення. Відображення їх у мозку людини характеризує наступну ланку єдиного процесу чуттєвого пізнання — сприймання. Перш за все привертає увагу питання про відмінності між відчуттями й сприйманням. Якщо функція відчуттів полягає в тому, щоб прийняти інформацію з навколишнього світу, то сприймання 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. Сприймання дає нам можливість усвідомити навколишній світ як єдине ціле, пізнати його в комплексі взаємозв'язків та взаємозалежностей. Отже, сприймання є предметним.

Важливу роль у сприйманні відіграють активність, дієвість особистості, її емоційний стан. Процес сприймання також тісно пов'язаний з усіма психічними процесами. Наприклад, з допомогою мислення ми усвідомлюємо все те, що сприймаємо; мова називає предмет сприймання; почуття формують певне ставлення до того, що є об'єктом сприймання; воля ж організовує весь процес сприйняття.

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

Зазначимо, що фізіологічною основою сприймання є складна аналітико-синтетична діяльність кори головного мозку. Важливу роль у процесі сприймання відіграє мова та мислення. Безумовно, сприймання посідає важливе місце в процесі пізнання об'єктивної дійсності. Сутність цього процесу унаочнена на рис. 3.1.

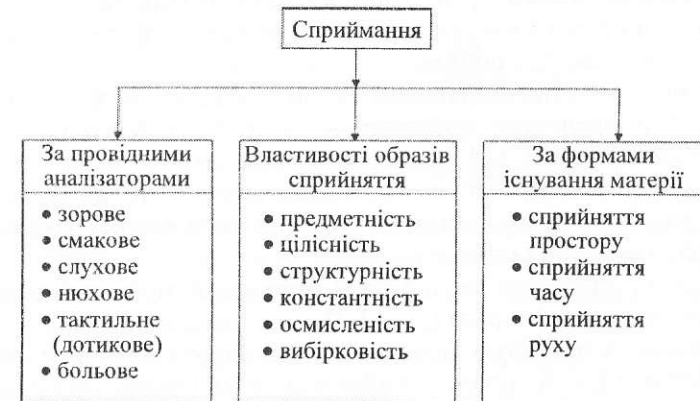


Рис. 3.1. Сутність процесу сприймання

Треба пам'ятати, що сприймання — це дуже складний пізнавальний процес, з допомогою якого людина усвідомлює світ як єдине ціле, здобуваючи (разом із відчуттями) комплексні знання про довкілля. Пізнання навколишнього світу починається з відчуттів, формування образів сприйняття. 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 й явищами, через відоме веде нас до невідомого.

*Мислення — це психічний процес пошуків та відкриттів нового, істинного, глибинного; інтелектуальна та 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 та починає відкривати нові властивості предметів і явищ.

Наголосимо, що розумова діяльність людини органічно пов'язана з практикою. Мислення активізують потреби людської практики, воно розвивається у процесі пошуку способів їх задоволення. Своєю чергою, практична діяльність неможлива без мислення, вона стимулює його постійний розвиток, сприяючи впровадженню досягнень людської думки в різні царини 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 традиційно — способом спроб і помилок.

Розглянемо мислення як цілісний психічний процес і подамо його класифікацію за видами (рис. 3.2).

Основними психічними процесами, що беруть участь у прийманні інформації, є відчуття, сприймання та мислення. Приймання інформації людиною-оператором необхідно розглядати як процес формування перцептивного (чуттєвого) образу. Його розуміють як суб'єктивне віддзеркалення у свідомості людини властивостей об'єкта, що діє на неї. Формування перцептивного образу є фазовим процесом. Воно складається з кількох стадій: виявлення, розрізнення та пізнання.

*Виявлення* — стадія сприймання, на якій спостерігач відрізняє об'єкт із тла, але ще не може судити про його форму й ознаки.

*Розрізнення* — стадія сприймання, на якій спостерігач здатний окремо сприймати два об'єкти, розташовані поряд (або два стани одного об'єкта), відрізнити деталі об'єктів.

*Пізнання* — стадія сприймання, на якій спостерігач відрізняє істотні ознаки об'єкта та відносить його до певного класу.



Рис. 3.2. Структура процесу мислення

Тривалість цих стадій залежить від складності сприйнятого сигналу. Знання послідовності розрізнення ознак сигналу та динаміки становлення його образу важливі для вирішення інженерно-психологічних завдань.

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

### 3.3. Аналізатори людини

Фізіологічною основою формування перцептивного образу є робота аналізаторів. *Аналізаторами* називають нервові утворення, за допомогою яких 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, підлягають 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. 3.2.

Таблиця 3.2

Характеристика деяких типів аналізаторів

Аналізатор	Абсолютний поріг		Диференційний 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 <sup>2</sup>	$10^{-12}$	дБ	0,3...0,7	9
Дотиковий	Па	$3(10^4 \dots 10^6)$	Па	7 % від вихідної	1
Вестибулярний (кутове і лінійне прискорення)	м/с <sup>2</sup>	0,1...0,12	—	—	—

Основними характеристиками будь-якого аналізатора є пороги відчуттів — абсолютний (верхній і нижній), диференційний 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 порогами має назву *діапазону чутливості аналізатора*.

Для характеристики розрізнення однорідних сигналів уводиться поняття диференційного порогу, яке розуміють як мінімальну відмінність між двома подразниками, або між двома станами одного подразника, яка викликає ледве помітну відмінність у відчуттях. Експериментально встановлено, що величина диференційного порогу пропорційна вихідній величині подразника:

$$\frac{dJ}{J} = K = \text{const}, \quad (3.1)$$

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

На підставі виразу (3.1) може бути встановлена залежність між силою сигналу та силою відчуття, що спричиняється ним:

$$S = K \ln J + C, \quad (3.2)$$

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

Залежність (3.2) має назву *основного психофізичного закону*, або закону Вебера–Фехнера. Згідно із цим законом інтенсивність відчуття прямо пропорційна логарифму сили подразника.

### 3.3.1. Зір людини

Виняткову роль у житті людини і її відображенні із зовнішнього світу 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 у якій виконує кришталік. Світлові промені, проходячи крізь кришталік, заломлюються, створюючи зменшене зворотне зображення на внутрішній оболонці очного яблука (сітківки). На сітківці є світлочутливі нервові закінчення (рецептори), які мають назву паличок і колбочок. У кожному оці приблизно 130 млн паличок і близько 7 млн колбочок. Колбочки розташовані переважно в центральній частині сітківки — навпроти центру зіниці (жовта пляма). Від кожної колбочки 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 колбочок істотно різняться. Колбочки здатні сприймати подразнення лише за достатньої освітленості предмета і тому є елементами «денного» зору, а палички реагують на слабе освітлення, забезпечуючи «нічне» бачення.

Можливості зорового сприймання визначаються низкою характеристик (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Характеристики зорового аналізатора

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

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

де  $J$  — сила світла, що випромінюється на одиницю тілесного кута;  $S$  — величина поверхні;  $\alpha$  — 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 світловидатністю. Яскравість відбиття визначається рівнем освітленості даної поверхні і її властивостями:

$$B_{\text{від}} = E \rho / \pi,$$

де  $E$  — освітленість поверхні, лк;  $\rho$  — 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/м<sup>2</sup>.

Видимість предметів визначається також контрастом їх щодо тла. Вирізняють два види контрасту:

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

Оптимальною вважають величину контрасту 0,6...0,95. Робота за прямого контрасту є сприятливішою, ніж за зворотного. Необхідно знати також, як цей контраст сприймається за даних умов. Із цієї метою вводять поняття *порогового контрасту*, який дорівнює:

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

де  $dB_{\text{пор}}$  — порогова різниця яскравості, тобто мінімальна різниця яскравості предмета і тла, що вперше виявляє око;  $B_{\text{т}}$  — яскравість тла.

Величина  $K_{\text{пор}}$  визначається диференційним порогом розрізнення. Значний вплив на умови видимості предметів має сила зовнішньої освітленості. Проте цей вплив буде різним у процесі роботи оператора із зображеннями, що мають прямий і зворотний контрасти.

Око людини сприймає електромагнітні хвилі в діапазоні 380...760 нм (рис. 3.4).

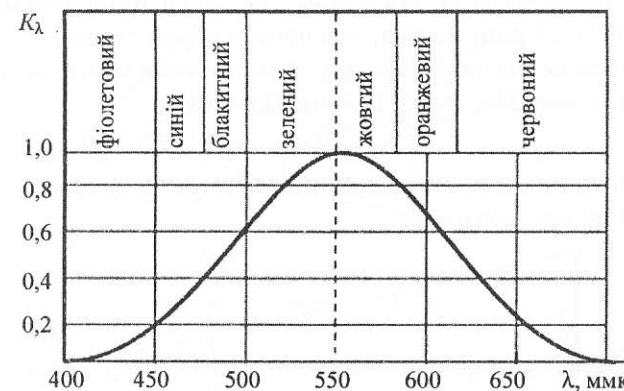


Рис. 3.4. Чутливість ока до хвиль різної довжини

Проте чутливість ока до хвиль різної довжини неоднакова. Найбільшу чутливість око має до хвиль усередині 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  $S_\lambda$  — відчуття, викликане джерелом такої самої потужності довжиною хвилі, яка дорівнює  $\lambda$ ;  $S$  — відчуття, викликане джерелом випромінювання довжиною хвилі 550 нм.

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) перебуває 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 у 100 млн разів менша). Ще менша пропускна здатність для діяльності загалом (з урахуванням дії у відповідь), тут вона становить  $\sim 2,4$  дв. од.

*Гостротою зору* називають здатність ока розрізняти дрібні деталі предметів. Її визначає величина, обернена тому мінімальному розміру предмета, за якого він помітний оку, і відповідає одиниці гостроти зору.

Гострота зору залежить від рівня освітленості, відстані до даного предмета та його положення щодо спостерігача, від віку. Так, наприклад, гострота зору під кутом  $100^\circ$  в 10 разів менша, а під кутом —  $300^\circ$  у 23 рази менша, ніж просто перед очима.

Розміри предметів виражають у кутових величинах, пов'язаних з лінійними розмірами, таким співвідношенням:

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

де  $h$  — відповідно лінійний і кутовий розміри предмета;  $l$  — відстань від ока до предмета (рис. 3.5).

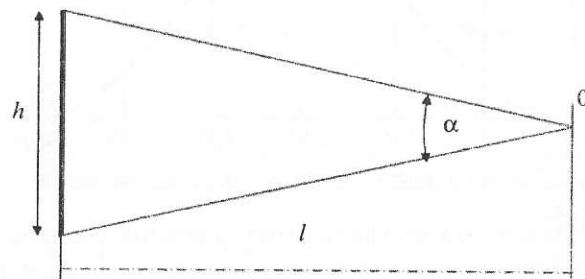


Рис. 3.5. Взаємозв'язок лінійних і кутових розмірів предмета

Гострота зору характеризує абсолютний просторовий поріг сприймання. Мінімально допустимі розміри елементів зображення, яке пред'являють операторові, мають бути на рівні оперативного порогу та становити не менш ніж  $15'$  для простої форми, а для складного предмета —  $30 \dots 40'$ .

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

Умовне поле зору можна розбити на три зони (рис. 3.6):

- центрального зору ( $\sim 4^\circ$ ), де можливе найбільш чітке розрізнення деталей;
- ясного бачення ( $\sim 30 \dots 350^\circ$ ), де за нерухомого ока можна пізнати предмет загалом без розрізнення дрібних деталей;
- периферійного зору ( $\sim 75 \dots 90^\circ$ ), де предмети виявляють, але не пізнають. Зона периферійного зору має велике значення для орієнтування в зовнішньому середовищі.

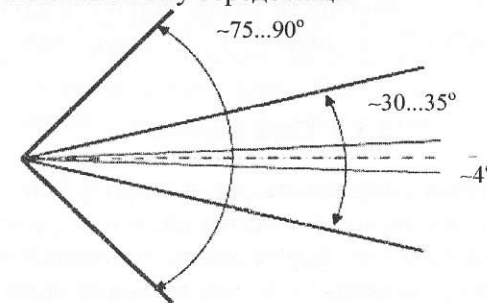


Рис. 3.6. Зони поля зору

Часові характеристики зорового аналізатора визначає час, необхідний 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* називають проміжок часу від моменту подання сигналу до моменту виникнення відчуття. Для більшості лю-

дей латентний період зорової реакції середньо становить у межах 160...240 мл. с.

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

У разі виникнення потреби в послідовному реагуванні оператора на сигнали, що дискретно з'являються, необхідно обирати їх черговість, яка має бути не меншою за час збереження відчуття, що дорівнює 0,2...0,5 с.

*Критичною частотою миготіння* (КЧМ) називають ту мінімальну частоту проблисків, за якої виникає їх зливе сприйняття. Вона залежить від яскравості, розмірів і конфігурації знаків. За звичних умов спостереження КЧМ лежить 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 (протягом переходу від світла до темноти) і світлову (за зворотного переходу).

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

### 3.3.2. Слух людини

Частина інформації надходить до людини у вигляді звукових сигналів. Сприймання звукової енергії здійснює слуховий аналізатор людини. Останній уловлює форму хвилі, частотний спектр, здійснює аналіз і синтез у визначених межах звукових подразників, виявляє та розпізнає звуки у значному діапазоні інтенсивності і частот.

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

Слуховий апарат людини сприймає чутний звук — коливання із частотою 16 Гц...20 кГц. Вуха найчутливіше до коливань у зоні середніх частот (1,4 кГц). Основними параметрами звукових коливань є: інтенсивність, частота та форма, які відображаються в слухових відчуттях, таких як гучність, висота, тембр.

Інтенсивність звуку оцінюють за звуковим тиском, вимірюваним у  $\text{Вт/м}^2$ .

Діапазон тисків, який відчуває вухо, вельми широкий — від 10...12 до 100  $\text{Вт/м}^2$ . Для характеристики величин, що визначають сприймання звуку, істотними є не стільки абсолютні значення інтенсивності звуку та 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  $I$  і  $P$  — відповідно інтенсивність і рівень вимірюваного звукового тиску;  $I_0$  і  $P_0$  — їх порогові значення.

Частоту звукових коливань вимірюють у 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'єктивне враження від дії звукових коливань на орган слуху, яке залежить від інтенсивності звуку (або звукового тиску). Рівень гучності виражають 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 того чи іншого фону. При цьому фон може маскувати корисний сигнал, що ускладнює його виявлення.

### 3.4. Форми опанування дійсності

Враження, які одержує людина у процесі відчуття, сприймання, а також пов'язані з ними думки, емоції, дії, не зникають без сліду, а фіксуються та 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 з допомогою запам'ятовування, збереження та дальшого відтворення.*

Пам'ять — це віддзеркалення предметів і явищ дійсності у психіці людини, 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. 3.7).

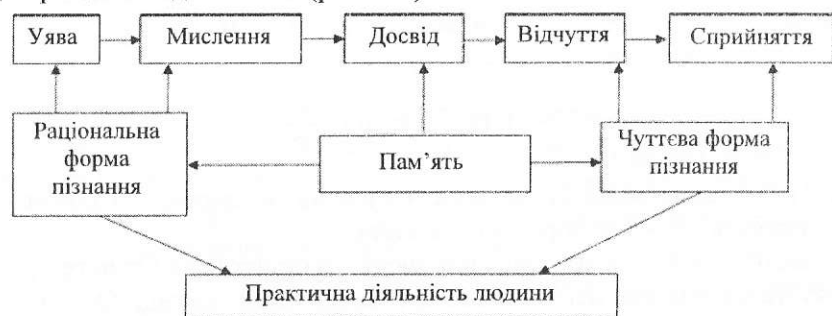


Рис. 3.7. Взаємозв'язок пам'яті з психічними явищами

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

Процеси пам'яті треба розглядати в єдності і не тільки в зовнішніх зв'язках і взаємній зумовленості, а й у тісніших взаємозв'язках взаємного проникнення і закономірних переходів одного процесу в інший.

*Запам'ятовування* — це процес закріплення образів сприймання, 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 набування досвіду. Значною 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, навичок, 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 та 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, яку людина успадковує. Проте не слід переоцінювати природні можливості особи, вони теж змінюються протягом життя. Рівень пам'яті залежить від тренування, уміння запам'ятовувати та пригадувати, від наявності досвіду подолання труднощів. Класифікація видів людської пам'яті за її різновидами подана на (рис. 3.8).

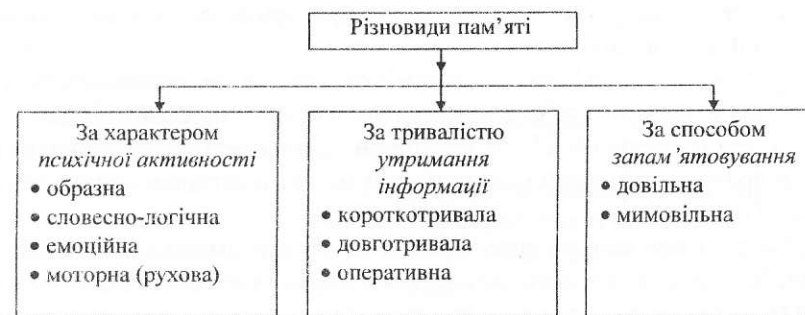


Рис. 3.8. Різновиди пам'яті

*Образна пам'ять* полягає в запам'ятовуванні образів, уявлень про предмети й явища навколишнього світу, особливості та зв'язки між ними. Вона буває оптичною, слуховою, дотиковою, нюховою, смаковою залежно від аналізаторів, з якими пов'язане її походження.

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

*Емоційна пам'ять* — це запам'ятовування та відтворення людиною власних емоцій і відчуттів. Емоції сигналізують про потреби й інтереси, відображають наше ставлення до навколишнього. 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 окремо, а разом з об'єктами, що їх викликають.

*Рухова пам'ять* полягає в запам'ятовуванні та відновленні людиною своїх рухів. Така потреба виникає головним чином у практичній діяльності людини.

*Короткотривала пам'ять* характеризує швидке запам'ятовування матеріалу, негайне його відтворення та короткий час збереження.

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

*Оперативна пам'ять* — запам'ятовування та 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 дальші операції.

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

*Мимовільна пам'ять* — це запам'ятовування та відновлення, коли людина ставить собі мету запам'ятати, коли виникає потреба в умисному заучуванні. Окрім типів, вирізняють індивідуальні особливості пам'яті (рис. 3.9).

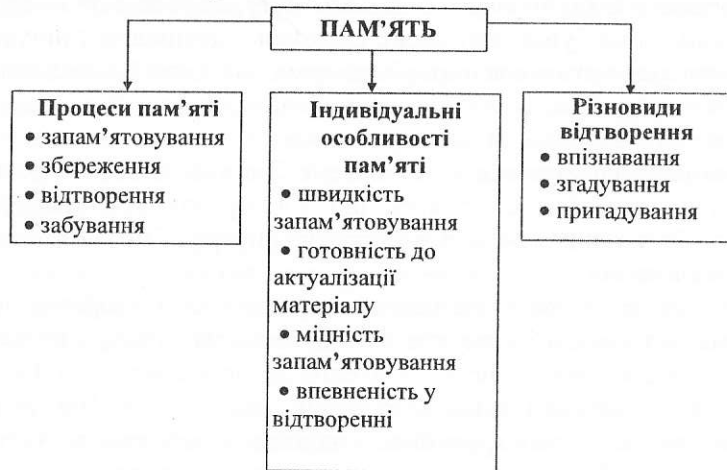


Рис. 3.9. Пам'ять та її особливості

Дослідження свідчать, що одні люди ліпше запам'ятовують інформацію на слух (аудіали), другі — візуально (візуали), треті — під час записування (кінестетики). Однак зауважимо, що «чисті» типи трапляються рідко. Здебільшого ми використовуємо всі види пам'яті залежно від завдань, які собі ставимо. Найбільш цінна якість пам'яті — це її готовність, яку розуміють як здатність людини швидко знаходити в 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, визначає низка її якостей: швидкість, точності, міцність запам'ятовування та готовність 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 відтворення залежить від багатьох факторів: особливостей характеру людини, рівня знань, загальної ерудованості, 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): співвідношення дорівнює 1:25. Гарною вважають лише пам'ять з високорозвиненим змістовим запам'ятовуванням.

*Продуктивність пам'яті* визначає скерованість людини, її загальний розумовий розвиток, організованість і системність у набуванні знань. Загальними правилами формування пам'яті є: безперервність тренування пам'яті; логічність і емоційна насиченість матеріалу, який викладають; частота повторень; практична значущість запам'ятованого.

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



Увага залежить від потреб, інтересів, цінностей особистості, які визначають її напрям, глибину та стійкість. Насамперед увага необхідна для пізнавальних процесів і розвитку розумових здібностей людини. До речі, увага студентів — це одна з головних умов успішного навчально-виховного процесу. В основі будь-якої творчості лежить уява, без якої неможливо створити щось нове, оригінальне, знайти вихід із проблемної ситуації. *Уява — психічний процес створення людиною нових образів на основі її попереднього досвіду.*

Уява виконує цілу низку функцій:

- моделювання кінцевого результату діяльності людини та визначення засобів, необхідних для його досягнення;
- створення сценарію поведінки людини, коли проблемна ситуація невизначена;
- створення образів, які не програмують діяльність, а підмінюють її;
- формування цілком нового продукту (досі невідомого) тощо.

Існує класичний поділ уяви на види (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Види уяви

Що багатший досвід людини, що розвинутіші її інтереси та потреби, то багатшою є уява. Саме уява демонструє неповторний світ кожної особистості, стимулюючи її подвиги та звершення.

Діяльність і поведінка людини зумовлюють не тільки соціальні умови життя, а й індивідуальні особливості 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 всією своєю важливістю 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 рису, ознаку, особливість.

Характер — це звичний спосіб нашої поведінки, результат нашого життєвого шляху. Важливо те, що характер є динамічним, тобто ми маємо змогу змінити його, якщо необхідно, звичайно, доклавши великих вольових зусиль.

*Характер — це цілісний компонент особистості, функція якого полягає в об'єктивізуванні її спрямованості у вигляді стійких рис, виявлених у специфічних та відносно константних способах поведінки.*

Отже, загалом характер є програмою поведінки людини, яка залежить від багатьох факторів: 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 та виявляється в її поведінці. Характер особистості тісно пов'язаний з її інтелектом, емоціями, здібностями, волею та ін. Він виявляється в цілях, які ставить собі людина, у засобах їх досягнення, у ставленні особистості до навколишнього, 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 виконання певної діяльності.*

Рівень розвитку здібностей залежить від:

- якості знань і вмінь, міри їх об'єднання в єдине ціле;
- природних схильностей людини, особливостей її психічної діяльності;
- більшої чи меншої «тренуваності» самих мозкових структур, які беруть участь у перебігу 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 здобуваємо спочатку як можливість, а потім реалізуємо її.

### 3.5. Методи оцінювання 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 професійної діяльності становить неодмінну частину оцінювання якості функціонування системи. Людині в сучасних системах доводиться сприймати інформацію та реагувати на неї в стислі терміни, що не завжди відповідає фізіологічним можливостям організму.

В умовах браку часу зміна функціонального стану людини відбувається як нестационарний випадковий процес, якому відповідає 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 сподіванням.

Параметри  $a_0, a_1$  визначають з умови

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

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

Безрозмірні значення параметрів моделі функціонального стану обчислюють 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  $\Phi$  людини, відповідний її відносній психофізіологічній напруженості, визначають як норму параметрів:

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

У фізичному сенсі вираз для  $\Phi$  відображає напруженість людини, що супроводжує її робочу діяльність, причому визначає початковий рівень функціонального стану. Оптимальна швидкість

приймання й опрацювання інформації, яку сприймають усі види рецепторів і аналізаторів людини, дорівнює  $0,1 \dots 5,5$  біт/с.

Узгодженість потоку інформації  $F_n$ , що надходить з потоком  $F_0$  інформації, що сприймає й опрацьовує людина, визначає умова

$$F_0 \geq F_n + F_p + F_{\Pi},$$

де  $F_m$  — мовна інформація і  $F_{\Pi}$  — письмова інформація.

Потік  $F_n$  визначають за 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 впливів ( $i = 1, 2, \dots, k$ );  $t$  — час між двома надходженнями інформації;  $n$  — кількість вимірюваних значень параметрів або точок контролю;  $(X_{\max} - X_{\min})$  — діапазон зміни контрольованої величини;  $\gamma$  — похибка вимірювань;  $N$  — довжина алфавіту повідомлення.

Якщо виявляється, що  $F_0 < F_n + F_m + F_{\Pi}$ , 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 кожен з них на основі тих чи інших значень параметрів.

Якщо стан людини характеризує набір 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 різних парних комбінацій параметрів. Для  $N > k$  точність апроксимації залежності характеризується величиною

$$S^2 = \frac{1}{N-k} \left( \sum_{n=1}^N y_n^2 - \hat{\theta}_0 \sum_{n=1}^N y_n x_{1n} - \dots - \hat{\theta}_k \sum_{n=1}^N y_n x_{kn} \right),$$

де  $y_n$  — спостережувані значення ( $t$ )  $\eta$  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  $X_i^{(\eta_1)}$  — моментні відхилення основних параметрів керованого процесу у визначених точках;  $K_i^{(\eta_1)}, K_j^{(\eta_2)}$  — вагові коефіцієнти, відповідні заданим точнісним і часовим параметрам керованого процесу;  $(\eta_1), (\eta_2)$  — індекси, що відображають належність вхідних у формулі параметрів до точнісних і часових характеристик керованого людиною процесу відповідно;  $M_j^{(\Delta\eta_2)}, \sigma_j^{(\eta_2)}$  — статистичні показники, що відображають середні відхилення  $j$  параметрів від заданих значень і їх варіантність;  $k_1$  — кількість основних параметрів, що визначають точність виконання операцій;  $k_2$  — кількість заданих основних параметрів, що визначають тимчасові характеристики даного режиму діяльності.

У деяких випадках передавальна функція людини має вигляд:

$$W(p) = \frac{ke^{-\tau p}(T_{\text{ф.р}} + 1)}{(T_{\text{і.ор}} + 1)(T_{\text{н.м.р}} + 1)},$$

де  $T_{\text{ф.р}}$  — коефіцієнт форсувальної ланки;  $T_{\text{і.ор}}$  — коефіцієнт інтегральної ланки, зумовленої інерційністю опрацювання людиною вхідної інформації та прийняття рішення;  $T_{\text{н.м.р}}$  — коефіцієнт інтегральної ланки, зумовленої нервово-м'язовою затримкою реакції людини;  $\tau$  — чисте латентне запізнювання, визначуване тренуваністю людини-оператора;

$\frac{T_{\text{ф.р}} + 1}{T_{\text{і.ор}}}$  — оператор, що характеризує стабілізуючі властивості людини в системі;  $e^{-\tau p}$  — оператор, що враховує природну затримку реакції людини;  $\frac{1}{T_{\text{н.м.р}} + 1}$  — оператор, що відбиває динаміку нервово-м'язової системи людини.

Використання такого виду передавальних функцій для опису діяльності людини, яка керує, дозволяє наочно подати фізичну сутність її різних характеристик як активного елемента системи керування.

Оператор  $\frac{k(T_{\text{ф.р}} + 1)}{T_{\text{і.ор}} + 1}$  характеризує здатність людини змінювати

власні динамічні властивості згідно з особливостями конкретного керованого об'єкта та характером вхідних сигналів. Інерційність

людини-оператора  $\frac{1}{T_{\text{і.ор}} + 1}$  пояснюють необхідністю узагальнення

інформації, що сприймає людина. Оператор  $(T_{\text{ф.р}} + 1)$  характеризує здатність людини запобігати розвитку процесу керування (регулювання). Зміною сталої  $T_{\text{і.ор}}$  людина прагне компенсувати інерційність об'єкта керування та власну інерційність. Конкретні структури передавальної функції людини та числові значення її параметрів можна зазначати лише для певних завдань. Слід зауважити, що значення цих параметрів залежать від стану людини, і тому в багатьох завданнях керування, регулювання і контролю їх треба розглядати як випадкові величини. При цьому визначають закони розподілу поданих величин, і такі завдання розв'язують методами статистичного моделювання. Отже, описані методи дають змогу оцінювати та прогнозувати якість діяльності людини за характеристиками психофізіологічного стану, що реєструють безпосередньо перед виконанням роботи, якщо припустити, що її стан у процесі роботи істотно не змінюватиметься.



### Питання для самоперевірки

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

**ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ**

**4.1. Проблеми забезпечення якості робіт під час технічного обслуговування авіаційної техніки**

Упровадження сучасних методів діагностування спричинило розбиття технологічних процесів ТО вужче спеціалізованого авіаційного персоналу. При цьому, насамперед, зростають витрати на засоби контролю, зростає кількість операцій контролю ТС виробів, значно підвищується значущість результатів контролю та діагностування ТС об'єктів експлуатації.

Це також утворює передумови для впровадження прогресивних методів ТО, усунення деяких видів ТО АТ, що веде до скорочення простоїв ПС на ТО і підвищує ефективність їх використання.

З ускладненням бортових систем та автоматизацією польотних процедур не тільки полегшується професійна діяльність авіаційного персоналу, але й зростає ціна відмови АТ. У зв'язку з упровадженням нових технологій все нові вимоги ставлять до кваліфікованості льотного складу та персоналу наземних служб.

Тому зниження частки АП, зумовлених психофізіологічними особливостями діяльності людини в авіаційній системі, ще довго буде пріоритетним завданням спеціалістів з БП.

Так, керування ЦА Великої Британії (UK CAA) оприлюднило 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 змашування;
- незакріплені кожухи, кришки оглядових люків, обтікачів;
- не зняті перед вильотом чеки, що запобігають ненавмисному прибиранні шасі.

Розподіл інцидентів через провину інженерно-авіаційної служби наведені на рис. 4.1, 4.2.

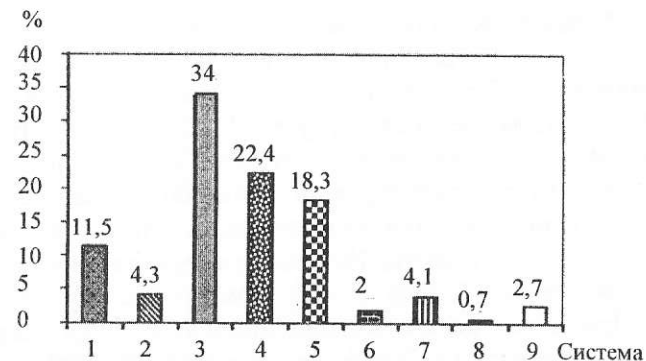


Рис. 4.1. Розподіл інцидентів за системами ПС через провину ІАС:  
 1 — масляна система; 2 — паливна система; 3 — система шасі;  
 4 — планерувальна система; 5 — двигун та його агрегати; 6 — гідросистема;  
 7 — система реверсу; 8 — протиобліднювальна система;  
 9 — автоматична бортова система керування



Рис. 4.2. Основні причини відмов з вини ІАС

З рис. 4.2 видно, що більша частина причин помилок 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, значна кількість інцидентів виникає через низький рівень професійних знань спеціалістів — 25,9 % (із них 63 % помилок пов'язані з неякісним виконанням робіт із заміни агрегатів; 10,9 % — із неякісним виконанням регульовальних робіт і 21,8 % — із браком професійних знань спеціалістів). Призводять до виникнення інцидентів і неузгодженості у технічних документах, пов'язані з недосконалістю технології ТО, неоднозначністю вказівок.

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



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

- 1 — несправності не виявили; 2 — потрапив сторонній предмет;
- 3 — неправильно зібраний, установлений (не встановлений) агрегат, вузол, деталь; 4 — установлений агрегат (деталь), що не відповідає технічним умовам; 5 — не промили агрегат, вузол, деталь, не продули трубки;
- 6 — не дотягнули (перетягнули) з'єднання; 7 — не законтрені з'єднання;
- 8 — не закрили замки, крани, кришки; 9 — неправильно відрегулювали агрегат;
- 10 — пошкодили (зламали) агрегат, вузол, деталь під час ТО;
- 11 — не дозaproвали системи, не змазали агрегат, не перевірили якості ПММ

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 % льот-

них подій та інцидентів у ЦА виникають через провину ІАС головним чином через низьку якість ТО. За даними звіту робочої групи ЈАА про якість ТО однією з головних причин зниження рівня БП (більш як на 40 % від загальної кількості відмов АТ) — є низька кваліфікованість персоналу. У табл. 4.1 наведено розподіл витрат робочого часу авіаційних фахівців під час виконання ТО ПС.

Таблиця 4.1

Категорія витрат робочого часу ІТС ЦА

Виконавці, умови	Нормований час				Ненормований час			
	ПЗ	ОП	ОТ	Р	ПН	ПО	ПР	П
Авіатехнік, оперативні види ТО (денна зміна)	10,00	25,00	10,00	45,00	4,00	46,00	5,00	55,00
Авіатехнік, оперативні види ТО (нічна зміна)	8,89	11,67	4,44	25,00	0,83	57,36	16,81	75,00
Авіатехнік, трудомісткі види ТО	11,90	59,30	13,70	84,90	3,00	5,10	7,00	15,10
Авіатехнік-бригадир, оперативні види ТО	12,27	19,73	8,00	40,00	—	54,80	5,20	60,00
Інженер зміни, оперативні види ТО (денна зміна)	16,71	32,06	4,93	53,70	27,40	12,74	6,16	46,30
Інженер зміни, оперативні види ТО (нічна зміна)	34,86	15,42	8,33	58,61	15,00	16,81	9,58	41,39
Начальник зміни, оперативні види ТО (денна зміна)	13,60	30,00	5,40	49,00	40,00	6,00	5,00	51,00
Начальник зміни, трудомісткі види ТО (денна зміна)	24,20	30,80	8,00	63,20	8,93	—	27,87	36,80
Інженер ВТК	19,79	10,92	11,88	44,59	4,79	—	50,62	55,41

**Примітка:** ПЗ — підготовчо-заклучний час роботи; ОП — оперативний час; ОТ — час на перерву та відпочинок, природні потреби; Р = ПЗ + ОП + ОТ → нормований час роботи; ПН — витрати часу на непродуктивну роботу; ПО — витрати часу, які не залежать від спеціаліста; ПР — витрати часу, які залежать від спеціаліста; П = ПН + ПР + ПО → сумарні витрати часу, ненормований час роботи.

Нині дедалі більше усвідомлюють особливу специфічність роботи авіаційного спеціаліста. Керівництво авіаційної галузі усвідомило зростання ролі технічного складу в забезпеченні БП, необхідність підтримувати високий моральний рівень технічного складу, підвищувати його майстерність та дисципліну. Посилена увагу до вирішення проблем технічного складу підтверджує підвищення вимог до експлуатаційної якості придбаної АТ. На сьогодні вимоги до експлуатаційної якості стали такими само пріоритетними, як і вимоги до льотної якості.

## 4.2. Завдання дослідження людського фактора

До системи ТО АТ, як організаційно-технічної системи, що забезпечує збереження льотної придатності ПС у процесі експлуатації, належать об'єкти експлуатації, засоби технологічного оснащення, виконавців, що передбачає здійснення за регламентованих умов і режимів заданих технологічних процесів відповідно до вимог нормативно-технічних документів.

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

Систему ТО відносять до об'єктів типу «діяльність», вона являє собою сукупність процесів праці, що відбуваються в часі, протягом яких приймають і реалізують безліч взаємозв'язаних рішень, спрямованих 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, за якою оцінюють діяльність експлуатанта (організації ТО).

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

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

- аналізуючи діяльність авіаційних спеціалістів, визначити найбільш імовірні помилки людини, яких вона може припуститися під час виконання кожної операції технологічного процесу;

- передбачати найнебезпечніші та найчастіші помилки, які можуть трапитися в процесі експлуатації та обслуговування даної апаратури, підсистеми чи системи ПС;

- визначати очікувану частоту відмов виробів АТ через провину людини, що дасть змогу зосередити найбільшу увагу на запобіганні їм;

- передбачати вплив помилок авіаційних спеціалістів на працездатність авіаційних систем.

Коли вивчають АП, причиною яких була помилка людини під час ТО, не враховують тієї обставини, що помилки припустилися в

організаційних умовах. Якщо помилки авіаційних спеціалістів розглядають в організаційному аспекті, усю відповідальність покладають на керівників і організаторів робіт з ТО, які:

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

- не передбачили достатності та ефективності реалізації процедур «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 сьогодні, на жаль, не визначили реальних труднощів виконання технологічних процесів, не розкрили особливостей і проблем виконання ТО конкретних типів ПС. Відсутність методів кількісного оцінювання якості технологічних процесів ускладнює здійснення розрахунків ризику виконання ТО і, відповідно, управління якістю робіт авіаційних спеціалістів під час ТО АТ.

Призначення цільового ергономічного забезпечення — організувати працю авіаційного персоналу з метою пошуку оптимальних способів використання людських можливостей стосовно АТ.

Ефективність заходів має виявлятися не тільки у використанні прогресивних методів ТО, у скороченні всіх 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. Методи та 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, з допомогою якого вчені одержують вірогідну інформацію, яку використовують для побудови теорій і розроблення методичних рекомендацій.

Науковий аналіз взаємозв'язаних процесів ТО починають із побудови формалізованих моделей, які дозволяють вирішувати 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. 4.4).

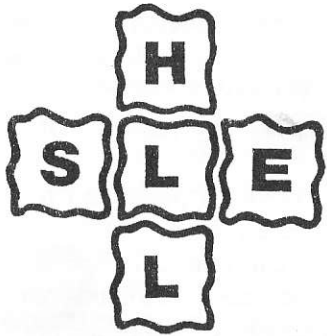


Рис. 4.4. Модель «SHEL»:  
S — установка, H — об'єкт,  
E — середовище, L — суб'єкт

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

Це такі слова:

— *Software* — правила, керівництво, процедури;

— *Hardware* — машина, техніка;

— *Environment* — умови, у яких взаємодіють інші три елементи;

— *Liveware* — людина, суб'єкт.

Ця модель не відображає всіх взаємозв'язків між складниками системи, а

слугує лише основою для розуміння людського фактора у діяльності.

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 та можливих збоїв системи.

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

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

— *фізіологічні потреби*. Дані про потреби людини в їжі, воді та кисні можуть бути взяті з фізіології й біології;

— *характеристики сприймання інформації*. Для сприймання інформації про зовнішній і внутрішній світ людина має різні органи чуттів, що дають їй змогу реагувати на події та виконувати необхідні завдання. Проте ці органи з тієї чи іншої причини схильні до деградації у міру старіння;

— *оброблення інформації*. Можливості людини в цій царині серйозно обмежені. Недосконала конструкція приладу або системи попе-

реджувальної сигналізації дуже часто є результатом того, що під час проектування не були враховані можливості й обмеження людини обробляти інформацію, тобто такі фактори, як нервово напруження, мотивація, особливості короткочасної та довготривалої пам'яті;

— *особливості реакції людини на одержану інформацію*. Щойно інформацію сприйняли органи чуттів, мозок передає м'язам 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 та самопочуття людини. Висота, замкнений простір, стресові або монотонні умови роботи також можуть впливати на працездатність людини.

Розглянемо взаємозв'язок між окремими блоками моделі.

*Суб'єкт* — *об'єкт*. Питання взаємодії частіше виникає, коли йдеться про системи інтерфейсу «людина — машина», а саме: експлуатаційна технологічність систем ПС, ремонтпридатність виробів, проектування технічного відсіку з урахуванням характеристик людського тіла, дисплеїв, з урахуванням можливостей засвоєння інформації користувачем, а також органів керування, їх кодування і розміщення.

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

*Суб'єкт* — *середовище*. Важливість інтерфейсу «людина — середовище» під час польоту була встановлена однією з перших. Заходи, що спочатку були вжиті, спрямовані на адаптацію людини до відповідних умов середовища.

*Суб'єкт* — *суб'єкт*. Це вид взаємодії людей. Навчання персоналу та перевірка його професійної придатності традиційно ведуть на індивідуальній основі. Якщо кожен член виробничого колективу має серйозну професійну підготовку, то природно зробити припущення, що й такий колектив загалом діятиме професійно й ефективно.

На противагу «реально-часовому» характеру помилки льотного екіпажу або диспетчера, помилку у процесі ТО рідко виявляють одразу після її припущення. У деяких випадках технік, який обслуговує літак, ніколи не дізнається про припущену ним помилку, тому що вона може проявитися за кілька днів, місяців або навіть ро-

ків. Унаслідок порушення кріплення диска турбіни двигуна на літаку DC-10 передбачуваної помилки під час інспекції ПС припустилися за сімнадцять місяців до катастрофи. Такі помилки можуть бути зумовлені прихованими причинами, такими як недостатня професійна підготовка, нестача виділених ресурсів або інструментів, необхідних для ТЕ, брак часу та ін. Дані, що належать до психологічних аспектів, підтверджують, що організації можуть і запобігати подіям, і спричиняти їх виникнення (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Схема формування авіаційної події

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

*Активна відмова* є помилкою або порушенням, що негайно викликає несприятливу подію. Це зазвичай помилки оператора «переднього краю».

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

Такі відмови зазвичай породжуються на рівнях прийняття рішень і встановлення правил або й на рівні лінійного керівництва, тобто це помилки людей, далеко відсторонених від події, що тра-

пилася, як у часі, так і в просторі. Приховані відмови, які є результатом сумнівних рішень або неправильних дій, хоч і не заподіюють шкоди, якщо їх виявляють ізольовано, можуть взаємодіяти одна з одною, створюючи «вікно можливостей» для пілота, диспетчера або авіаційного механіка виконати дію, яка призводить до активної відмови, руйнівної для всіх видів захисту системи, і, як наслідок, — до особливої ситуації.

У таких випадках оператори «переднього краю» послідовно від працівників попередніх ланок технологічного процесу «успадкоковують» дефект 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 розроблювати плани ТО ПС, ураховуючи вплив експлуатаційних факторів, властивостей та можливостей персоналу.

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

Для оцінювання надійності ергатичної системи зазвичай враховують оцінку якості цілеспрямованої діяльності людини в системі або оцінку надійності взаємодії людини з машиною.

Надійність (безпомилковість) операторів у цьому разі розуміють як здатність виконувати свої обов'язки без неправильних дій (помилки). За кількісну міру безпомилковості беруть імовірність  $P_0$  відсутності помилок протягом заданого часу  $t$ . Зміст будь-якої функції — в її формулюванні, яке пов'язує зміст із формою  $F$  і дозволяє ввести універсальну за математичним змістом номенклатуру показників для людини, машини й ЕС загалом.

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

– функціонально-цільова властивість — здатність досягати фінальних станів, відповідних заданій для функції  $F$  меті, які описують 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  $\pi$ )

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



– функціонально-часова властивість — здатність досягати мети за певний час  $\tau^F$  (характеризується законом розподілу часу досягнення мети (або в окремих випадках — моментами цього закону) за даним способом функціонування  $\pi$ :

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

– функціонально-параметрична властивість — здатність досягати мети з певною точністю  $\Delta^F$  (характеризується законом розподілу похибки (або в окремих випадках — моментами цього закону) за даним способом функціонування  $\pi$ :

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

### 2. Показники функціональної надійності виконання функцій:

– функціонально-цільова надійність — здатність досягати фінальних станів, які належать до даних умов у множини допустимих  $[I_y^F]$  (характеризується ймовірністю досягнення допустимих результатів за даним способом функціонування  $\pi$  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 своєчасно за даних умов  $y$ , тобто до заданого моменту або протягом заданого інтервалу часу  $[\tau_y^F]$  досягати мети (характеризується ймовірністю своєчасного виконання функцій за даним способом функціонування  $\pi$  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 функцій з достатньою за даних умов  $y$  точністю, яку визначають величиною допустимої похибки  $[\Delta_y^F]$  (характеризується ймовірністю точного виконання функцій за даним способом функціонування  $\pi$  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 (або груп способів) її виконання 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 керування 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, і що кожна помилка може бути практично миттєво скомпенсована з ймовірністю  $P_{o.k}$ , то ймовірність безвідмовної роботи ЕС протягом часу  $[t_1, t_1 + \Delta t]$  визначатиметься виразом:

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

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

Компенсування помилок є важливим способом підвищення надійності ПС.

При цьому ймовірність безвідмовної роботи ПС протягом часу  $[t_1, t_1 + \Delta t]$  буде:

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

де  $P_{ТК}(t_1, \delta, t_1 + \Delta t)$  — умовна ймовірність безвідмовної роботи протягом часу  $[t_1, t_1 + \Delta t]$  ПС з компенсуванням наслідків відмов ПС за умови, що в момент  $\delta$  відбулася відмова і вона була скомпенсована ( $t_1 < \delta < t_1 + \Delta t$ ).

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

$$P(t_1, \Delta t) = \{P_{оп}(\Delta t) + [1 - P_{оп}(\Delta t)]P_{o.k}\} \{P_{ПС}(t_1, \Delta t) + [1 - P_{ПС}(\Delta t)]P_{ТК}\}.$$

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

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

– знати найбільш значущі й такі, що часто трапляються помилки, які можуть виникнути у процесі експлуатації ОП даного типу ПС;

– визначити очікувану частоту відмов через провину людини для даного ПС.

Імовірність досягнення мети при цьому визначають як

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

де  $P_{\text{он}}(H_{ij})$  — імовірність того, що під час виконання завдання  $j$ -го типу виникне помилка  $i$ -го виду;  $P(A_{ij}/H_{ij})$  — умовна ймовірність недосягнення робочої мети в разі виникнення  $i$ -го виду помилки ОП упродовж виконання  $j$ -го завдання;  $P(\bar{A}_{ij})$  — імовірність недосягнення робочих цілей у результаті виникнення помилки  $i$ -го виду під час виконання завдання  $j$ -го типу.

Якщо помилки вважати незалежними, тоді

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

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

Якщо помилки — це взаємовиключні події, тоді

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

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

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

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

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

Якщо помилки взаємно виключають одна одну, тоді

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

Працездатність різних технічних систем характеризує зазвичай значення складових певного вектора параметрів  $\bar{u} \{U_i\}$ ,  $i = \overline{1, n}$ . 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.

Окрім того, часто вимірювання параметрів, які визначають стан і працездатність ПС, здійснюють опосередковано. У таких випадках помилки вимірювання можуть бути особливо значними. Існування помилок вимірювання, до речі, може призвести до хибних рішень про виконання запобіжних або ремонтних робіт.

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 сьогодні найбільш придатні до спису й оцінювання 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).

Розроблений на основі функціонально-структурної теорії підхід зумовлює 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 виконавських дій людини;
- можливість перебудови діяльності людини в разі зміни ситуативних умов (в умовах браку часу, емоційних факторів тощо);
- існування змін у характеристиках дій людини (коливання витрат часу, втома та ін.).

Такий підхід відкриває значні можливості для моделювання змін у характеристиках дій людини; для перебудови поведінки за зміни ситуативних умов; для зміни цілей із певної їх множини та інше, яких не дає ні один із зазначених вище методів моделювання системи людина-машина.

#### 4.4. Аналіз факторів, які впливають на якість технічного обслуговування авіаційної техніки

У процесі експлуатації АТ, яка має достатньо високу надійність, протягом тривалого часу не виникає необхідності втручання персоналу в роботу технічних пристроїв. Разом із тим спеціаліст повинен не пропускати тієї чи іншої несправності, відмови. Виникає своєрідна ситуація, яка потребує одноманітного, тривалого, але ретельного нагляду за станом технічних пристроїв і перевірки їх робочих характеристик. У зазначених 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 справляти різний вплив, іноді й такий, що заважає ефективному виконанню завдання.

Зайве емоційне напруження може бути також викликане перешкодами, пов'язаними зі змістом самої діяльності технічного складу. Причинами таких перешкод є: одночасна робота кількох спеціалістів на одному робочому місці, короткочасне відволікання на виконання операцій інших спеціалістів, шум апаратури та ін.

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

Серед основних причин помилок людини назовемо такі:

- незадовільна підготовка або низька кваліфікованість персоналу — працівників;
- повторення персоналом працівників незадовільних процедур ТО або експлуатації;
- погані умови праці, пов'язані, наприклад, із незручним доступом до обладнання, тісним робочим приміщенням або надто високою (низькою) температурою повітря;
- незадовільна оснащеність 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 та незадовільний моральний стан можуть виявлятися у разі неправильного розподілу функцій у ергатичній системі обслуговування, а саме:

- коли від низькокваліфікованого працівника вимагають обслуговування обладнання високої складності;
- коли від висококваліфікованого спеціаліста вимагають обслуговування обладнання низької складності.

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

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

Пошукова ергатична система, зазвичай виникає в разі відмови функціонування ЕС, коли втручання оператора для визначення причин і місця відмови в системі, коли оператор тією чи іншою мірою залучений до роботи з пошуку несправностей. Критерієм оптимізування його діяльності при цьому є мінімум часу пошуку причини відмови. Відновлювана система (рис. 4.6) починає функціонувати після визначення причин відмови діагностованої системи, у момент початку дій оператора з її відновлення.

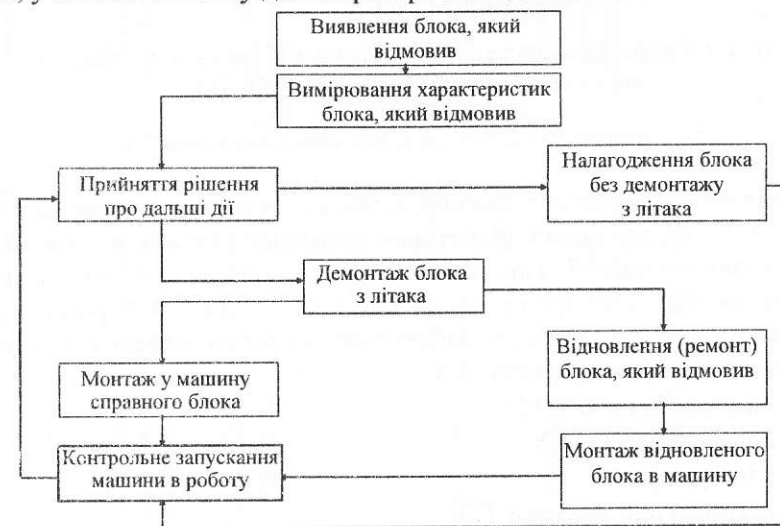


Рис. 4.6. Схема дій оператора у відновлювальній ергатичній системі

У відновлюваній системі головне завдання людини — відновити систему. Для цього вона виконує низку операцій: демонтаж блока, вузла, агрегата; вибір справних блока, вузла, агрегата і монтаж їх у систему, що відмовила. При цьому технік повинен оцінити справність блока, тобто налаштувати, перевірити та випробувати його.

Зазвичай, важко встановити причину припущення помилок, тобто визначити, чи виникли вони через провину людини або пов'язані з обладнанням.

В аналізі БП порівнюють фактичний наліт з нальотом ПС, який слід виконувати, виходячи з укомплектованості служби ТО. Наліт, який перевищує розрахунковий за параметром чисельності служби ТО, його розглядають як наліт в умовах загрози БП (рис. 4.7).

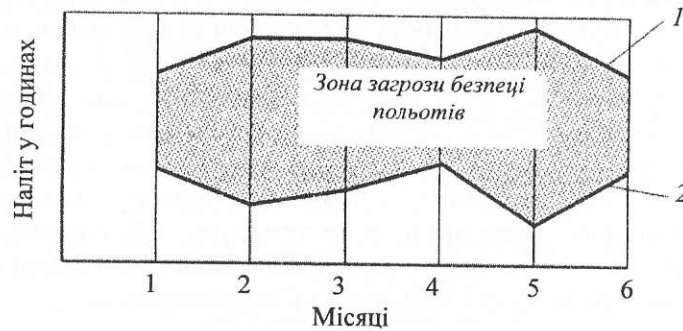


Рис. 4.7. Графічне визначення зон підвищеної небезпеки польотів через неуккомплектованість служби ТО:  
1 — фактичний наліт парку ПС;  
2 — планований наліт за укомплектованістю служби ТО

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 витрачають близько 32 % робочого часу авіаційних спеціалістів. Забезпечення високої якості ТО залежить від таких факторів (рис. 4.8):

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

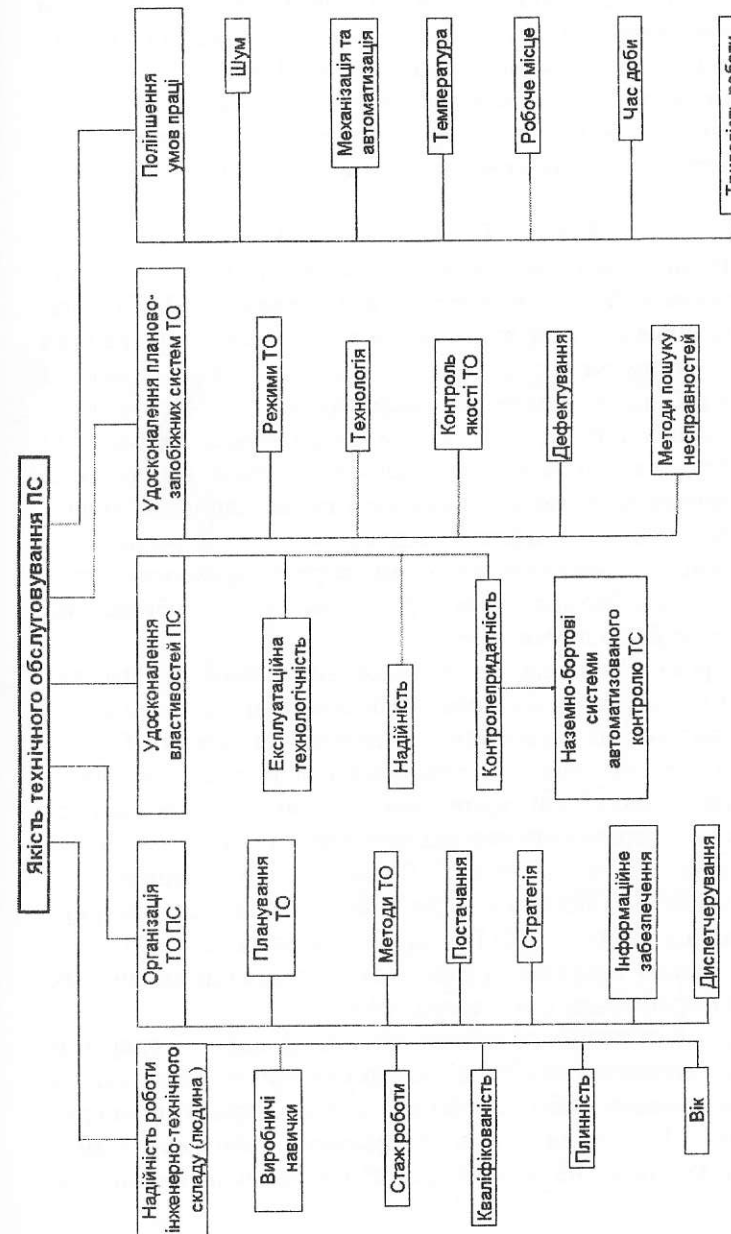


Рис. 4.8. Структурна схема якості ТО ПС

На основі інформації про помилки ІАС, що призвели до АП або інцидентів, виконаний аналіз і розподіл помилок технічного персоналу залежно від досліджуваних факторів (рис. 4.9–4.17).

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

1. На оперативних формах ТО розподіл кількості помилок залежно від тривалості зміни відносно стабільний, у зв'язку із чергуванням виконання роботи з перервами в очікуванні ТО. Такі перерви дають можливість авіатехнікам зняти психічне напруження і таким чином підтримувати працездатність за зростання тривалості зміни (рис. 4.9). Слід зазначити, що оперативний час (час безпосереднього виконання операцій із ТО) на оперативних формах ТО становить не більш як 40 %. На трудомістких формах ТО розподіл помилок виконавців залежно від тривалості зміни відповідає аналогічним характеристикам, одержаним для працівників машинобудівних підприємств із чіткими періодами впрацьовуваності 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. 4.10) пов'язане із часом виконання функціонально значущих для працездатності систем ПС.

3. Аналіз розподілу помилок технічного персоналу за віком (рис. 4.11) показав, що вікові групи молодших як 30 років припускаються помилок, переважно пов'язаних із відсутністю достатніх практичних навичок з ТО АТ. Вікові групи старших як 40 років припускаються помилок через брак знань нових конструкцій АТ та сучасних вимог до ТО ПС. Ці результати слід урахувати під час складання програм підвищення кваліфікації авіаційних спеціалістів та формування навчальних груп.

4. Характер зміни помилок виконавців від складності операцій ТО (рис. 4.12) пояснюють 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.

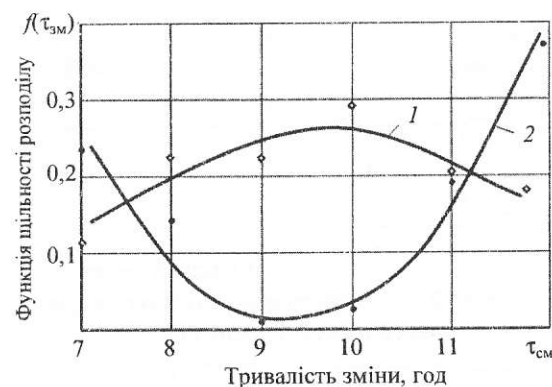


Рис. 4.9. Розподіл помилок ІТС залежно від тривалості зміни: 1 — оперативні форми ТО; 2 — трудомісткі форми ТО

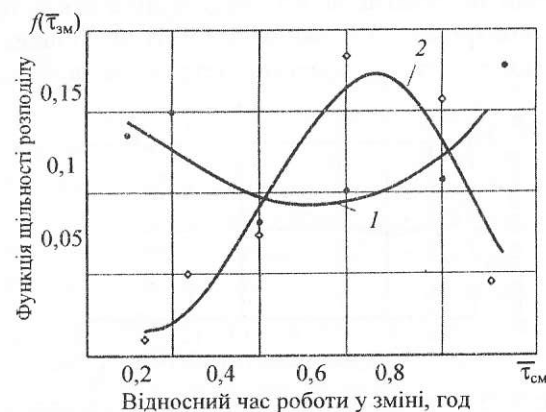


Рис. 4.10. Розподіл помилок ІТС за відносним часом роботи в зміні: 1 — оперативні форми ТО; 2 — трудомісткі форми ТО

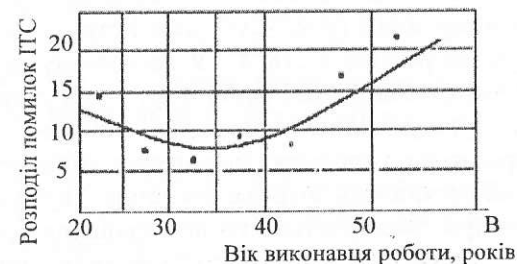


Рис. 4.11. Розподіл помилок технічного складу за віком



Рис. 4.12. Залежність помилок виконавців від складності операції ТО

У виконанні трудомістких робіт (рис. 4.13) характерні помилки людини на підготовчо-завершальних операціях. Слід зазначити, що 20–25 % інцидентів виникає через невиконання таких простих операцій, як незаконтровані з'єднання, незняті заглушки, незачинені лючки або замки капотів, залишений інструмент та ін.



Рис. 4.13. Залежність наведеної кількості помилок на одну людино-годину від трудомісткості роботи

Одержана кількісна залежність помилок виконавців від температури на робочому місці (рис. 4.14) демонструє, що оптимальні температурні умови роботи 5...18 °С. У холодному чи спекотному кліматі, за фізичних навантажень організму, у разі стресу, захворювань рівень теплоутворення та тепловіддавання може змінюватись. Унаслідок подразнення холодних рецепторів змінюються рефлекторні реакції, які регулюють збереження тепла: звужуються кровоносні судини шкіри, зменшується тепловіддавання організму. Переважання тепловіддавання над теплоутворенням спричиняє зниження температури тіла і порушення функцій організму. За темпе-

ратури нижчій за 35 °С порушуються вищі психічні функції, подальше зниження температури вповільнює кровообіг, обмін речовин, а за температури нижчій ніж 25 °С зупиняється дихання.

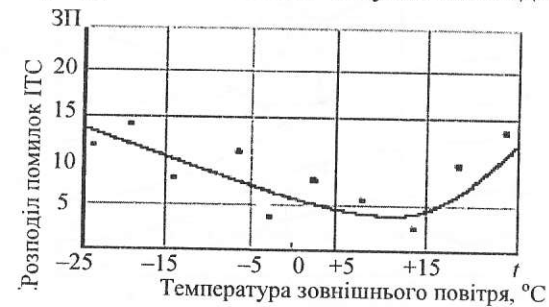


Рис. 4.14. Залежність кількості помилок технічного персоналу від температури зовнішнього повітря

Висока температура середовища збуджує теплові рецептори, імпульси, які викликають рефлекторні реакції, спрямовані на підвищення тепловіддавання. 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 віддавання тепла. Посилене потовиділення спричиняє значне зневоднення, яке необхідно компенсувати. 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.

Механізованість та автоматизованість 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).

Скороченню кількості помилок виконавців і забезпеченню льотної придатності ПС сприяє контроль якості виконання робіт технічним персоналом, який є складовою технологічного процесу ТО ПС.

Аналіз фотографій робочого дня інженерів відділу технічного контролю (ВТК) показує, що середній час, який вони витрачають безпосередньо на контроль якості робіт з ТО АТ, становить 15–20 % від загального фонду часу.

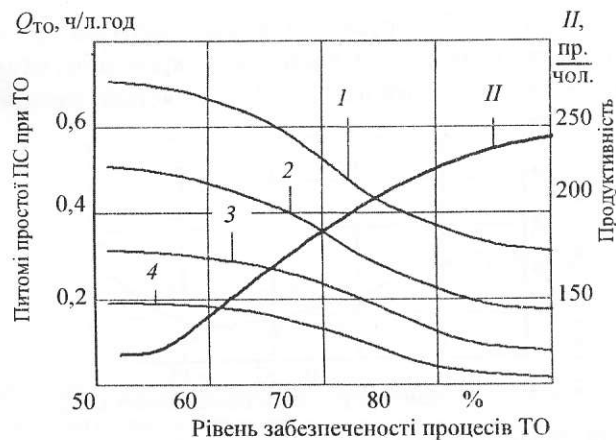


Рис 4.15. Залежність простоїв ПС під час ТО й продуктивність праці від рівня забезпеченості процесів ТО: 1 — дальньомагістральний літак; 2 — середньомагістральний літак; 3 — ближньомагістральний літак; 4 — літак місцевих повітряних ліній

Фактично, можна контролювати тільки 50—70 % операцій з таких, що підлягають обов'язковому контролю ВТК. Окрім того, нерівномірне надходження вимог на контроль призводить до неповного та неякісного контролю робіт, «самоусування» 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 підлягають обов'язковому контролю ВТК.

На рис. 4.16 накреслені графіки ефективності роботи виконавців у системі за функціонального перевантаження без контролю (а), з контролем (б) в системі без функціонального перевантаження та під час контролювання роботи (в). З рис. 4.15 видно, що за навіть функціонального перевантаження ефективність роботи людини підвищується за умови контролю її роботи. За результатами контролю об'єкт експлуатації може бути віднесений до категорії працездатного або непрацездатного (рис. 4.17).

Умовні ймовірності помилок результатів прийняття рішень про стан об'єкта, які називають *хибною відмовою*  $\alpha(t)$  (помилка першого роду) та *невиявленою відмовою*  $\beta(t)$  (помилка другого роду), є функціями часу та дорівнюють:

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

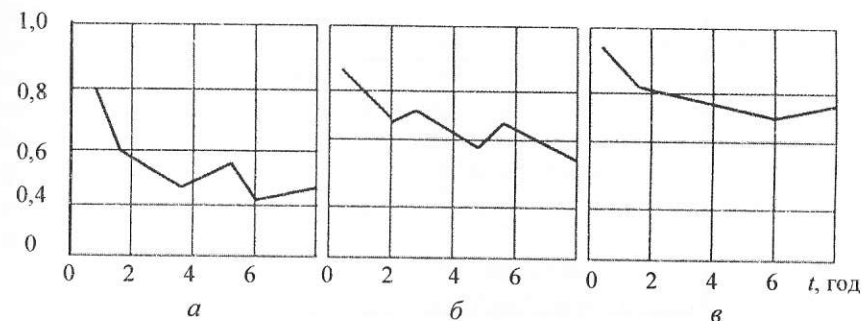


Рис. 4.16. Ефективність роботи виконавця

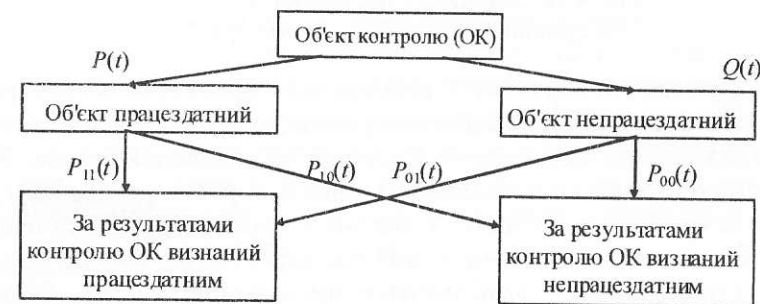


Рис. 4.17. Схема обліку контрольних операцій за параметрами якості ТО

Тоді ймовірнісні переходи дорівнюють:

$$P_{11}(t) = P(t)[1 - \alpha(t)]; \quad P_{10}(t) = P(t)\alpha(t);$$

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

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

Ймовірність прийняття рішення за результатами контролю стану працездатності  $P_K(t)$  і непрацездатності  $Q_K(t)$  визначають 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 підвищенням надійності виробів АТ ( $P(t)$ ), так і зміною помилок першого та другого роду.

Характер зміни ймовірності контролю від надійності виробів АТ і параметра  $C_K$  показаний на рис. 4.18, де  $C_K = \frac{1 - \alpha(t)}{\beta(t)}$ .

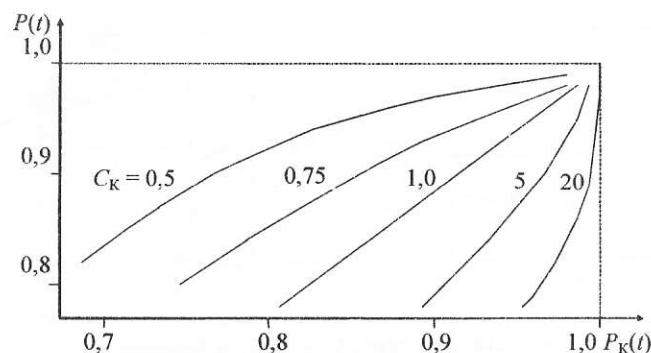


Рис. 4.18. Залежність ймовірності контролю від надійності виробу та параметра  $C_k$

Так, якість ТО виробів АТ визначається ефективністю використання засобів контролю та діагностування, включно зі всією повнотою контролю та методичною ймовірністю виявлення відмов, ймовірність контролю та інтенсивність відмов виробів, режим контролю та якість його виконання. Удосконаленням організації та технології ТО можна забезпечити різний час перебування виробу в можливих станах, а отже, і різні значення ймовірностей  $P_{00}$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{01}$ ,  $P_{11}$ , які є показниками якості ТО виробу АТ.

Захищеність об'єктів обслуговування від помилок виконавців необхідна для усунення можливості створення додаткових причин відмов і пошкоджень агрегатів та блоків обладнання у 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) та 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 контигування з'єднань та інших помилок.

Пристосованість конструкції до виконання робіт з ТО значною мірою визначають конструктивні і компоувальні фактори, до яких належать: схемно-конструктивні та компоувальні рішення; мож-

ливість формування складу контрольованих параметрів і застосування засобів контролю, необхідних для забезпечення раціонального рівня контролепридатності; можливість застосування прогресивних методів і технологій відновлення як об'єкта загалом, так і його елементів. Украй важливим є забезпечення структурної та функціональної взаємозамінностей агрегатів та їх елементів, що виключає потребу виконання робіт підганання, селективних і регулювальних робіт.

До складу факторів, які впливають на організацію робіт з ТО, необхідно віднести міру новизни конструкції, рівень уніфікованості та стандартизованості об'єкта АТ, можливість поєднання в часі різних видів 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 закордонній 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.



### Питання для самоперевірки

1. Схарактеризуйте основні причини інцидентів через недоліки технічного обслуговування повітряних суден.
2. Назвіть основні групи факторів, які впливають на якість ТО ПС.
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 для оцінювання якості ТО виробів АТ.
5. Схарактеризуйте основні роботи з ТО, які визначають рівень експлуатаційної технологічності.
6. Наведіть вирази для кількісного оцінювання якості робіт з ТО ПС.
7. Накресліть граф станів повітряних суден у процесі експлуатації.



5.1. Формалізація процесу забезпечення якості та ефективності технічного обслуговування авіаційної техніки

Технологічні процеси ТО і контроль якості робіт мають людиномашинний 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, яку 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 якого забезпечується  $Y$  об'єктів експлуатації  $X$  з допомогою  $H$  і  $S$ .

У багатьох практично важливих випадках завдання на якісне ТО зручно формулювати у вигляді задачі — знайти такі  $X, H, S$  і  $F$ , для яких

$$P_Y(H, X, S, F) \geq P_Y^d; C_Y(X, H, S, F) \rightarrow \min,$$

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  $P_Y$ .

Керування якістю ТО являє собою зміну властивостей елементів системи  $H, S$  і властивостей трудового процесу  $F$ , у якому мета системи  $Y$  залишається незмінною, але такою, у якій необхідним чином змінюються показники якості  $P_Y$  та вартість  $C_Y$  досягнення мети.

Методика проектування трудового процесу складається з трьох етапів. На *першому етапі* будують ієрархічну систему ймовірно-алгоритмічних моделей трудового процесу, що розгортається до

рівня елементарних трудових операцій. Показники безпомилковості та часу виконання останніх подають 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 визначають 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* здійснюють аналіз та синтез трудового процесу, починаючи з рівня технологічних операцій. При цьому оптимальні значення керованих змінних і цільових функцій ( $\bar{X}_i^{opt}, \bar{P}_i^{opt}, \bar{C}_i^{opt}$ ), знайдені на нижчому  $i$ -му рівні, використовують вихідні дані на вищому  $(i + 1)$ -му рівні.

Якість функціонування ергатичної системи залежить від правильності планування технічного обслуговування та забезпеченості процесів ТО необхідними ресурсами, продуктивності та здатності системи зберігати стійкість запланованого процесу функціонування (надійність функціонування) (рис. 5.1).

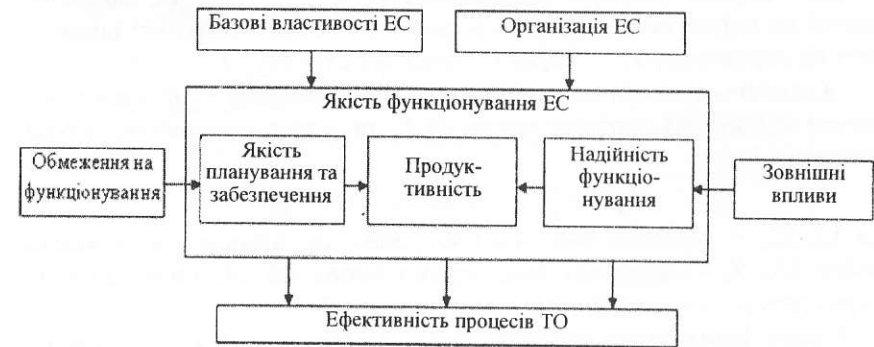


Рис. 5.1. Фактори, що визначають ефективність ергатичної системи

Це викликано тим, що, на відміну від технічних систем, які використовують тільки процес функціонування, у 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 надійностей.

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.

Про ефективність ергатичної системи ( $E_c$ ) свідчать (рис. 5.2) показники якості її функціонування  $F_c$ , продуктивності, надійності; враховують також можливі зовнішні впливи системного рівня  $Z_c$  і керівні фактори  $X_c$ :

$$E_c = f[F_c, X_c, Z_c].$$

Показники  $F_c$  залежать від показників якості виконання окремих завдань  $F_3$  та структури їх логіко-часового взаємозв'язку  $L_{c-3}$ :

$$F_c = \varphi [F_{3i}, X_{3i}, Z_{3i}, L_{c-3}, U_{c-3}, V_{c-3}],$$

де  $X_3$  — керівні фактори, якими керують;  $Z_{3i}$  — збурення, що впливають на якість виконання завдання;  $U_3$  — обмеження, які впливають на структуру;  $V_3$  — керовані фактори структури.

Аналогічно показник якості виконання завдання  $F_3$  залежить від якості виконання окремих операцій  $F_0$  та логіко-часової структури операцій  $L_{3-0}$ :

$$F_3 = \gamma [F_{0i}, X_{0i}, Z_{0i}, L_{3-0}, U_0, V_0],$$

де  $X_{0i}$ ,  $Z_{0i}$  — керовані фактори і збурення, що впливають на якість робіт;  $U_0$ ,  $V_0$  — керовані фактори та обмеження, які впливають на структуру.

Схема формування показників якості процесів ТО, показана на рис. 5.2, має такі принципові особливості:

- порівняв обчислення показників  $F_i$ , що дозволяє розчленити складні процеси на простіші;
- окреме врахування параметрів і структури системи уможливує як структурну, так й параметричну оптимізацію;
- порівняв врахування збурювальних та керівних факторів дає змогу оцінити їх вплив на відповідному їхньому масштабу рівні.

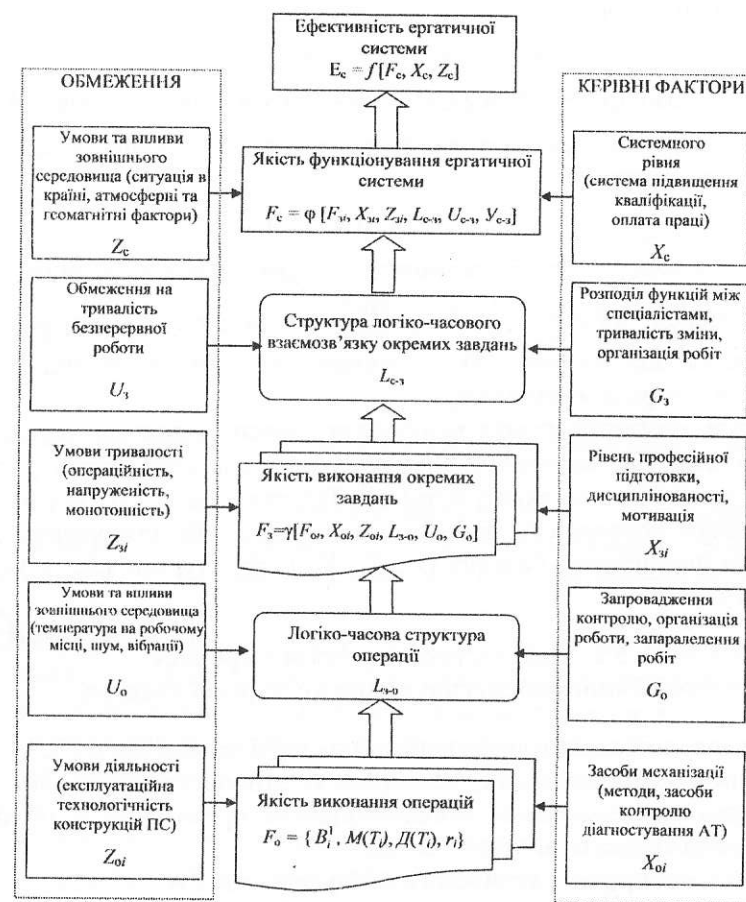


Рис. 5.2. Схема формування ефективності та показників якості процесів технічного обслуговування АТ

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 сподівання та дисперсія часу виконання  $i$ -ї операції;  $r_i$  — витрати.

На рівні задачі:

$$F_3 = \{ \Pi_3^1, M(T_3), D(T_3) \},$$

де  $\Pi_3^1$  — імовірність безпомилкового виконання завдання;  $M(T_3)$ ,  $D(T_3)$  — математичне сподівання та дисперсія часу виконання задачі.

На рівні системи:

$$F_c = \{ \Pi_c^1, Q_3^1(t), U(r) \},$$

де  $\Pi_c^1$  — імовірність безпомилкового розв'язання всіх задач, які стоять перед організацією ТО;  $Q_3^1(t)$  — імовірність своєчасного вирішення всіх завдань;  $U(r)$  — імовірність достатності виділених ресурсів для розв'язання задач.

Отже, описаний підхід відображає цілеспрямованість ергатичної системи, дає можливість урахувати вплив випадкових факторів як на показники якості процесів ТО, так і на їх структуру, що забезпечує керованість процесів технічного обслуговування АТ завдяки поліпшенню базових ( $X_0, X_3, X_c$ ) і структурних ( $V_0, V_3$ ) 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 враховують: наявність необхідних для даної роботи (вільних на момент надходження заявки) авіаційних спеціалістів і технічних засобів ТО; їх підготова-

ність і організованість; наявність технології і необхідних ресурсів для виконання даної функції.

$$\Gamma_0(x) = \Phi_r[P(x), S(x)],$$

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 визначену мету  $Q_f$  протягом усього часу виконання заданої функції. Ця властивість стійкості ( $\Gamma_f(x)$ ) містить ті самі компоненти, що й  $S(x)$ :

$$\Gamma_f(x) = \Phi_r[R_f, E_f, T_f, Q_f],$$

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, дотримання 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, що охоплює як організаційні, так і виконавські аспекти діяльності авіаційних спеціалістів.

Для оцінювання процесу ТО загалом необхідно зібрати в єдину систему показники складових процесу та встановити між ними зв'язок з допомогою логіко-ймовірнісної схеми. Логіко-ймовірнісна схема являє собою орієнтований граф, що складається з двох частин — декомпозиційної та агрегаційної, з дугами, на яких відображені логічні взаємозв'язки та події, задані ймовірності виходів, а на тих, що відображають дію, — час виконання роботи (рис. 5.3).

У декомпозиційній частині моделі відбувається розгалуження на таку кількість дуг, яка відповідає повній групі неспільних подій. Відповідність (невідповідність) окремого процесу вимогам позначена 1(0). Визнані (ідентифіковані) як правильно (неправильно) виконаний процес позначені іншим індексом 0(1).

Одержані за результатами розгалуження сукупності вершин аналізують щодо того, у якому вигляді виявляється кожна вершина. Потім ці вершини об'єднують у групи за принципом однакової форми їх вияву.

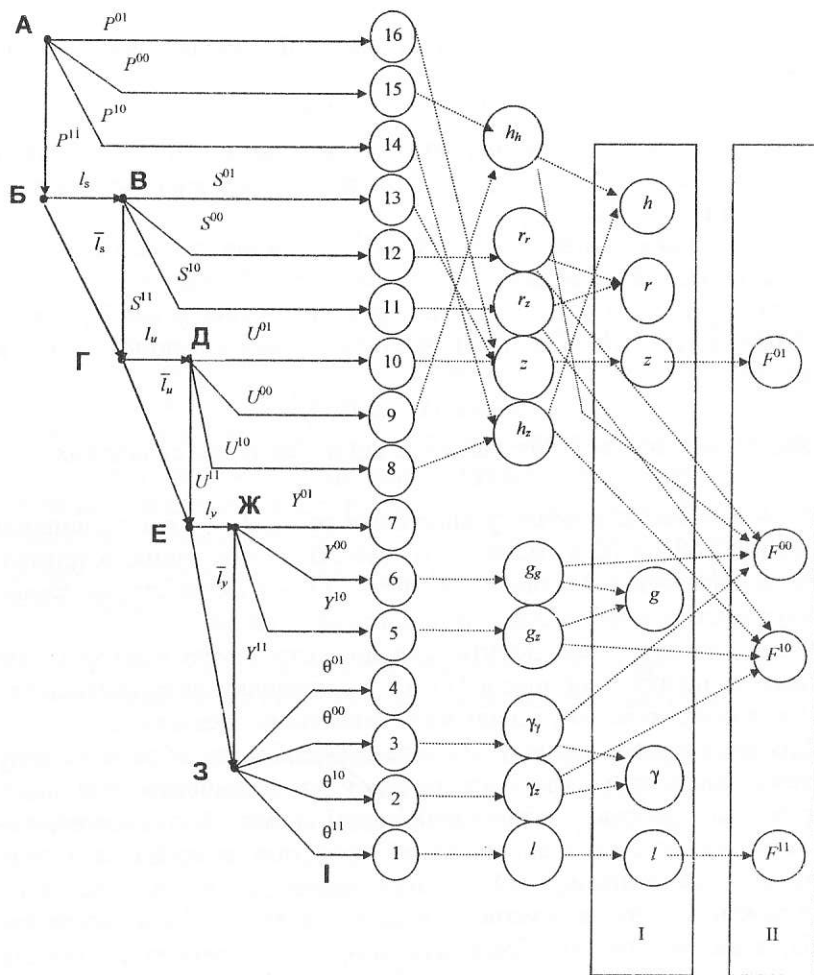


Рис. 5.3. Логіко-ймовірнісна модель процесів ТО АТ

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 їх не враховують у дослідженні визначених випадків). Для цього в модель уведено булеві змінні  $l_i$  та  $\bar{l}_i$ , які 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  $l_i$  (БГ, ГЕ, ЕЗ).

Змістовне розшифрування результуючих подій декомпозиційної частини моделі таке:

- 1 — успішне закінчення сукупності робіт;
- $\gamma_i$  ( $\gamma_z$ ) — 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 помилки;
- $h_h$  ( $h_z$ ) — подія, викликана тим, 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 вияву  $k$ -ї події являють собою добуток імовірностей появи окремих складових, які утворюють шлях, а час його появи — суму часу, який витрачають 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 підсумовують. Наведені щойно підходи для ймовірнісно-часових характеристик процесів ТО і являють собою базову модель процесів функціонування ергатичної системи.

Одним з основних способів підвищення надійності діяльності виконавця є запровадження різних форм контролю за безпомилковістю його роботи.

Під час ТО АТ контроль якості виконання робіт здійснюють різними способами: контроль правильності функціонування технічних систем ПС (діагностувальний контроль), перевірка справності технічних засобів, які використовують для контролю (функціональний контроль). Для кожного рівня обирають керівні фактори у вигляді набору організаційно-технологічних рішень, за допомогою яких можна забезпечити підвищення якості ТО.

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 професійного відбирання;
- застосування заходів компенсації негативних впливів зовнішнього середовища.

#### 2. На рівні вирішення завдання:

- зміна структури та технології вирішення завдання;
- розподіл функцій між людиною та технікою;
- реорганізація робочих місць;
- підвищення вимог до кваліфікованості спеціалістів, їх підбирання та інформаційне забезпечення вирішення завдань.

#### 3. На рівні операцій:

- запровадження контролю робіт та його розподіл між ними;
- підвищення рівня навичок виконання операцій.

Кількісні значення вихідних характеристик безпомилковості та часу виконання операцій оцінюють на основі результатів експлуатації АТ та протоколів якості. Якщо немає експериментальних даних або в процесі опанування нових типів АТ користуються методом експертних оцінок.

Слід наголосити, що під час виконання ТО з операційною напруженістю, дефіцит часу впливає на поведінку людини як фактор організації праці. 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 дезорганізуювальний вплив, через що якість роботи погіршується (зростає ймовірність помилкових дій спеціалістів). У зв'язку із цим слід звернути особливу увагу на контроль якості робіт у цих умовах.

На стадії експлуатації АТ ергономічне забезпечення полягає здебільшого в контролі та керуванні якістю діяльності авіаційних спеціалістів, підтриманні їх в працездатному психофізіологічному стані, створенні умов для постійного підвищення якості роботи, включаючи й автоматизовані системи управління виробництвом.

У разі невідповідності якості робіт з ТО заданим вимогам необхідно за впровадженням заходів, що сприяють підвищенню якості робіт, виконати перерахунок характеристик якості робіт та технологічного процесу ТО в цілому.

### 5.3. Перспективи розвитку системи запобігання помилкам авіаційного персоналу

Нове покоління літаків ЦА має цілу низку особливостей, що 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 АТ, яка містить 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 ТС виробів АТ, що дає змогу в польоті та на землі локалізувати несправності із заданою ймовірністю;
- широке використання композиційних матеріалів;
- модульна конструкція двигунів і панелювання агрегатів систем;
- наявність об'єктивного контролю з документуванням результатів;
- висока ремонтпридатність систем АТ та ін.

Обсяг регламентних робіт охоплює порівняно незначну кількість простих оглядових робіт, що в поєднанні з появою складних, прихованих відмов, несправностей і збоїв веде до значного зростання ролі непланових робіт та їх 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 виконання ТО за результатами об'єктивного бортового контролю, особливо у разі, коли несправності та відмови не підтвердились.

У зв'язку із цими особливостями виникає потреба переробки багатьох чинних галузевих нормативних документів, в яких передбачені:

- 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,

– основні принципи та організація інформаційного забезпечення процесів ТО й керування справністю парку ПС та ін.

Для підвищення ефективності та якості ТО наявних ПС пропонують функціональний поділ за видами ТО, що дасть можливість:

– використовувати персонал нижчої кваліфікації, скоротити вартість і час його підготовки;

– стимулювати персонал до зростання 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 та нормування фактичних затрат праці на пошук та усунення відмов;

– упровадити засоби автоматизованого інформаційного забезпечення завдань планування й керування роботами цеху, наприклад, завдання розміщення виконавців у змінах.

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, у якій персонал не боїться інформувати свого керівника про виявлені помилки. На даний час розробляють нові системи боротьби з недотриманням процедур (та з помилками) під час ТО ПС.

Одним із засобів контролю процедурних відхилень під час ТО є посібник для прийняття рішень з уникання помилок під час ТО, який передбачає проведення керівником першої лінії системного аналізу та відстеження факторів, які спричиняють помилки під час ТО, і підготовку рекомендацій із 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. Реєструють: загальну інформацію про ПС; час проведення

ТО та подію, яку розслідують; опис події, яка викликала необхідність розслідування; помилку, що призвела до події; фактори, які спричиняють помилки; можливі заходи щодо уникання повторення даної події.

4. Керівництво аналізує, розподіляє за пріоритетом, упроваджує превентивні заходи (удосконалення процесів), а надалі спостерігає за їх ефективністю з тим, щоб уникнути або зменшити ймовірність аналогічних помилок у майбутньому.

5. Керівництво відповідає за доведення результатів розслідування до працівників, 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.

Методика прийняття рішень щодо уникання помилок під час ТО містить впорядкований структурний підхід до реєстрування факторів, що призводять до виникнення помилок, і містить три базові фактори:

– помилок під час ТО припускаються ненавмисно;

– більшість помилок під час ТО є результатом дії низки супутніх факторів;

– супутні фактори 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, включно із сенсорною чутливістю; наявні хвороби або травми; хронічний біль; ліки, які вживають; зловживання наркотичними речовинами 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. ін.;

– тиск з боку колег, який спрямований на використання заведених у колективі небезпечних способів, ігнорування письмової інформації тощо;

– навколишнє середовище (умови роботи). Сюди входять усі фактори, які можуть не тільки стосуватися комфортного стану спеціаліста з ТО, але й викликати проблеми зі здоров'ям загрожувати безпеці та слугувати для нього фактором, що відволікає від роботи;

– сильний шум, який заважає спілкуванню або зворотному зв'язку, та перешкоджає зосередженості і т. ін.;

– висока температура, яка впливає на здатність персоналу фізично працювати з деталями й обладнанням або викликає втому.

Для того, щоб зрозуміти контекст, у якому допускаються помилки під час ТО, слід збирати дані і зберігати інформацію в базі даних у таких десяти категоріях (рис. 5.5):

1. *Інформація.* Ця категорія включає робочі карти, процедурне керівництво з ТО, експлуатаційні бюлетені, технічні замовлення, ілюстровані каталоги деталей або будь-яку іншу інформацію, необхідну для роботи авіатехніків.

2. *Обладнання (інструменти).* Сюди належать усі інструменти та матеріали, необхідні для правильного виконання робіт з ТО або огляду. До цієї категорії належать устаткування для неруйнівних випробувань, драбини, діагностувальні блоки та спеціальний інструментарій, передбачений процедурами ТО

3. *Конструкція/конфігурація/деталі та вузли ПС.* Сюди належать ті індивідуальні особливості конструкції або конфігурації ПС, які ускладнюють доступ персоналу до обслуговуваних вузлів.

4. *Робота (завдання).* Сюди відносять характер виконуваної роботи, включно зі складом і послідовність різних робіт, які в сукупності становлять дане завдання.

5. *Технічні знання (навички).* Сюди належать знання оператором процесів, систем ПС і завдань з ТО, а також технічні навички, необхідні для безпомилкового виконання завдань.

6. *Особисті фактори.* Сюди відносять фактори, що впливають на ефективність роботи окремого працівника, і ці фактори у різних людей різні. Вони охоплюють характеристики, які пов'язані із самим працівником (наприклад, розміри тіла, фізична сила, стан здоров'я та події особистого характеру), а також елементи, пов'язані з міжособистими або організаційними факторами.

7. *Навколишнє середовище.* Сюди належать фактори, які порушують комфортний стан авіаційного фахівця з ТО, викликають проблеми зі здоров'ям і безпекою чи відволікають від роботи.

8. *Організаційні фактори.* Сюди входять такі фактори, як внутрішній зв'язок з допоміжними організаціями, рівень довіри між керівництвом і персоналом, розуміння поставлених керівництвом цілей, діяльність профспілок.

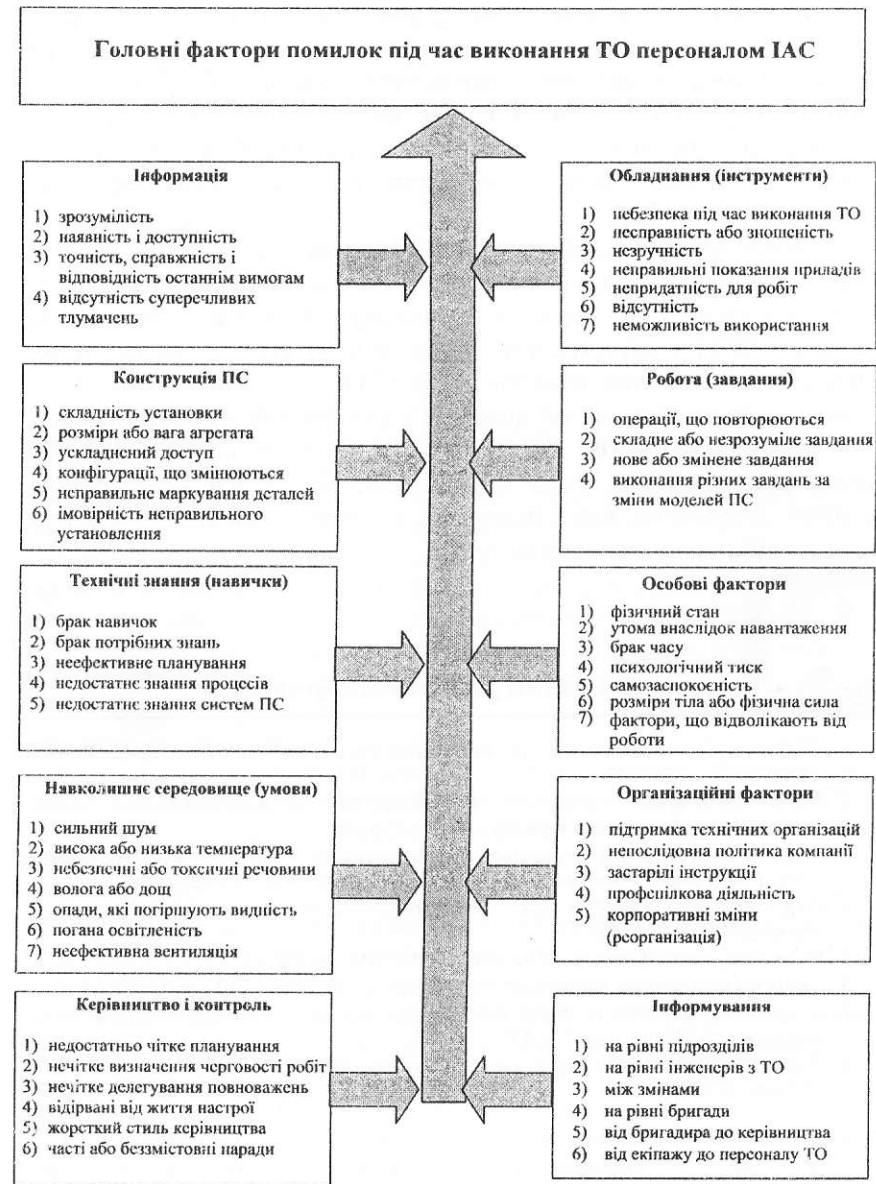


Рис. 5.5. Головні фактори помилок під час ТО

9. *Керівництво та контроль*. Ці фактори тісно пов'язані з організаційними факторами. 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 кажуть і що роблять. Керівники можуть сприяти помилкам через погане планування та неефективну організацію робіт.

10. *Інформування*. Цей фактор пов'язаний з будь-яким збоєм у надходженні інформації (усної або письмової), який не дозволяє персоналу своєчасно одержати правильну інформацію про завдання на ТО. Збої в надходженні інформації на різних рівнях уможливають виникнення помилок під час ТО.

Кожен фактор 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. Обґрунтуйте фактори, які визначають ефективність ергатичної системи.
2. Поясніть значення структурної та функціональної складових надійності функціонування ергатичної системи.
3. Наведіть схему формування ефективності процесів ТО АТ. Зверніть увагу на обмеження та фактори, якими можна керувати.
4. Схарактеризуйте складові, які впливають на якість і своєчасність виконання робіт ТО АТ.
5. Наведіть логіко-імовірнісну модель процесів ТО АТ.
6. Схарактеризуйте особливості розвитку систем ТО сучасної АТ.
7. Схарактеризуйте основні елементи, на яких базуються системи керування БП під час ТО АТ.
8. Визначте основні засоби, які забезпечують функціонування СКБП під час ТО АТ.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Приложение 6* к Конвенции о международной ГА «Эксплуатация воздушных судов». [Електронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.aviadocs.net/icaodocs/Annexes/>.

2. *Приложение 8* к Конвенции о международной ГА «Лётная годность воздушных судов». [Електронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.aviadocs.net/icaodocs/Annexes/>.

3. *Документ ICAO* (Doc 9760-AN/967) «Руководство по лётной годности». [Електронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.aviadocs.net/icaodocs/Docs/ICAO\\_Doc9760](http://www.aviadocs.net/icaodocs/Docs/ICAO_Doc9760).

4. *Циркуляр ICAO* 95-AN/78/6 «Сохранение лётной годности воздушных судов в эксплуатации». [Електронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.aviadocs.net/icaodocs/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. [Електронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/253>.

6. *Фундаментальные концепции человеческого фактора. Человеческий фактор*. Сборник материалов № 1. Циркуляр ИКАО 216. [Електронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/216>.

7. *Обучение эксплуатационного персонала в области человеческого фактора. Человеческий фактор*. Сборник материалов № 3. Циркуляр ИКАО 227. [Електронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.aviadocs.net/icaodocs/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. и др.* Проблемы надежности авиационной техники // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Воздушный транспорт. — Т. 20. — 1990. — С. 204.

10. *Методика диагностирования авиационных двигателей по параметрам измерения на переходных режимах работы* / С. А. Дмитриев и др. // «Вестник» КМУГА. — К., 2000. — С. 38–43.

11. *Теймуразов Р. А.* Состояние безопасности полетов в ГА государств-участниц «Соглашения» за период 1992–1998 гг. / Р. А. Теймуразов, В. Д. Кофман, Л. Н. Ангелова // Проблемы безопасности полетов: Реф. сб. / ВИНТИ — 1999. — № 5. — С. 3–11.

12. *Владимиров Н. И.* Анализ инцидентов воздушных судов по вине инженерно-авиационной службы / Н. И. Владимиров // Сб. науч. трудов. Научный вестник МГТУ ГА. — 1999. — № 20. — С. 87–91.



13. *Шапиро А. Ш.* Решение проблемы технического состава в авиации США // Сб. обзорной информации «Транспорт: наука, техника, управление». — 1999. — № 6. — С. 37–42.

14. *Управление процессами технической эксплуатации АТ / Р. М. Салимов и др.* // Сб. научн. трудов. — К. : КМУГА, 2000.

15. *Шапиро А. Ш.* Развитие принципов эксплуатации АТ по состоянию за рубежом / А. Ш. Шапиро, В. И. Ноздрин // Сб. обзорной информации «Транспорт: наука, техника, управление». — М. : — 1993. — № 1. — С. 35–44.

16. *Германчук Ф. К.* Оптимизация методов ТО механических устройств самолётов ГА / Ф. К. Германчук, В. И. Бурлаков. — К. : КИИГА, 1981. — С. 33–37.

17. *Шибанов Г. П.* Авиационные происшествия, связанные с отказами авиатехники и недостатками ее ТЭ / Г. П. Шибанов // Проблемы безопасности полетов: реф. сб. — ВИНТИ. — 1994. — С. 37–45.

18. *Губинский А. И.* Информационно-управляющие человеко-машинные системы. Исследование, проектирование, испытание: справочник / А. И. Губинский. — М. : Машиностроение, 1993. — 528 с.

19. *Савенков М. В.* Инженерно-техническое обеспечение автоматизированных систем управления в авиации / М. В. Савенков, Р. А. Закиров. — М. : Машиностроение, 1989. — 272 с.

20. *Савенков М. В.* Автоматизация управления технической эксплуатацией систем / М. В. Савенков. — М. : Транспорт, 1992. — 285 с.

21. *Губинский А. И.* Надежность и качество функционирования эргатических систем / А. И. Губинский. — Л. : Наука, 1982. — 269 с.

22. *Шибанов Г. П.* Количественная оценка деятельности человека в системах «человек–техника» / Г. П. Шибанов. — М. : Машиностроение, 1983. — 263 с.

23. *Nakada D.* Introduction to MSF-3 / D. Nakada // Technical paper series, aerospace Congress and Exposition Long Beach, California, October 15–18, 1988. — P. 1–4.

Навчальне видання

БУРЛАКОВ Вадим Іванович  
ПУЧКОВ Юрій Павлович  
ПОПОВ Олександр Вікторович  
ПОПОВ Дмитро Вікторович

## ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР У СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОСТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Навчальний посібник

Редактор З. О. Остап'юк  
Технічний редактор А. І. Лавринович  
Коректор Л. М. Романова  
Комп'ютерна верстка Л. Т. Колодіної

Підп. до друку 13.08.2018. Формат 60x84/16. Папір офс.  
Офс. друк. Ум. друк. арк. 6,51. Обл.-вид. арк. 7,0.  
Тираж 100 прим. Замовлення № 101-1.

Видавець і виготівник  
Національний авіаційний університет  
03680. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1.  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002